SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

sega

Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

CAPÍTULO I Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción I del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la siguiente información:

I. Datos Generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del estudio de Impacto Ambiental;

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establecerá de manera puntual y esquemática, la ubicación del proyecto y como se relaciona con el espacio geográfico donde se inserta, destacando los rasgos fisiográficos sobresalientes y las principales vías de comunicación que facilitan su ubicación.

Asimismo, se establece con documentación legal, la personalidad jurídica con la que el promovente se ostenta ante la Autoridad Ambiental y legitimar la intención formal de someterse al Procedimiento de Evaluación en Materia de Impacto Ambiental, asimismo se establece de forma clara y suficiente la dirección y forma de cómo la autoridad ambiental puede dirigirse para realizar notificaciones y o comunicados oficiales que se requieran y de igual forma para que la autoridad reconozca la personalidad de quienes representan los intereses del promovente, lo anterior, de conformidad con lo establecido en el Artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, supletoria a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En el mismo sentido se establecerá la corresponsabilidad del promovente con el responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental, asumiendo el compromiso y la veracidad de la información presentada en la manifestación de impacto ambiental, al tenor de lo dispuesto en el Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que a la letra dice:

> ***"Artículo 36.-*** *Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.*
>
> *La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas."*

ÍNDICE

I.1. Datos generales del proyecto 5

I.1.1. Clave del proyecto 5

I.1.2. Nombre del proyecto 5

I.1.3. Datos del sector y tipo de proyecto 5

I.1.3.1. Sector 5

I.1.3.2 Subsector 5

I.1.3.3. Tipo de proyecto 5

I.1.4. Ubicación del proyecto 6

I.1.4.1. Rasgo geográfico de referencia. 6

I.1.4.2. Entidad federativa 6

I.1.4.3. Municipio(s) o delegación(es) 6

I.1.4.4. Localidades 6

I.1.4.5. Coordenadas geográficas y/o UTM 6

I.2. Datos generales del promovente 9

I.2.1. Nombre o razón social y registro federal de contribuyentes. 9

I.2.2. Nombre y cargo del representante legal. 9

I.2.3. RFC y CURP del representante legal 9

I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones 10

I.3. Datos generales del responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. 10

I.3.1. Nombre o Razón Social 10

I.3.2. Registro Federal de Causantes 10

I.3.3. Nombre del representante legal. 11

I.3.4. Dirección del responsable técnico de la elaboración del estudio 11

1.3.5. Equipo de especialistas 11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas (UTM zona 14 N, Datum WGS 84) cada 500 m de los cadenamientos del proyecto Segunda Etapa del Libramiento Sur Morelia. 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Localización del proyecto. 8

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. CLAVE DEL PROYECTO

I.1.2. NOMBRE DEL PROYECTO

Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para la **"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo".**

I.1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO

I.1.3.1. Sector

Este proyecto corresponde al Sector Vías Generales de Comunicación.

I.1.3.2 Subsector

Infraestructura carretera.

I.1.3.3. Tipo de proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una Vía General de Comunicación; corresponde a un libramiento carretero promovido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, El proyecto consiste en la construcción de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, el cual tendrá una longitud de 4.263 km, e incluirá 2 túneles y un puente. El objetivo del libramiento será

disminuir el tránsito vehicular en los diferentes accesos a la Ciudad de Morelia, mejorando así el nivel de servicio al reducir los tiempos de traslado e ingreso de los usuarios.

I.1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El trazo del proyecto se encuentra en su totalidad dentro del Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo, incidiendo sobre la zona urbana al sureste de la ciudad.

I.1.4.1. Rasgo geográfico de referencia.

La carretera se localizará al sureste de la Ciudad de Morelia, conectando el Circuito Montaña Monarca, a la altura del centro comercial “Paseo Altozano” y la Av. Baltazar Echave, a la altura de la colonia Ejidal Ocolusen.

I.1.4.2. Entidad federativa

Estado libre y soberano de Michoacán de Ocampo

I.1.4.3. Municipio(s) o delegación(es)

El proyecto se encuentra ubicado en la zona sureste de la Ciudad de Morelia, en el Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán.

I.1.4.4. Localidades

La única localidad involucrada es la Ciudad de Morelia.

I.1.4.5. Coordenadas geográficas y/o UTM

Las coordenadas UTM (zona 14 N, Datum WGS 84) del proyecto son:

Tabla I.1. Coordenadas (UTM zona 14 N, Datum WGS 84) cada 500 m de los cadenamientos del proyecto Segunda Etapa del Libramiento Sur Morelia.

Cadenamiento	Coordenadas	
	x	y
0+200	273408.966	2176642.82
0+500	273618.358	2176427.78
1+000	274005.216	2176292.59
1+500	274343.385	2176250.67
2+000	274659.616	2176588.02
2+500	275022.966	2176644.78
3+000	274728.79	2176911.68
3+500	274396.543	2177165.25
4+000	274409.484	2177665.09
4+463	274321.339	2178114.33

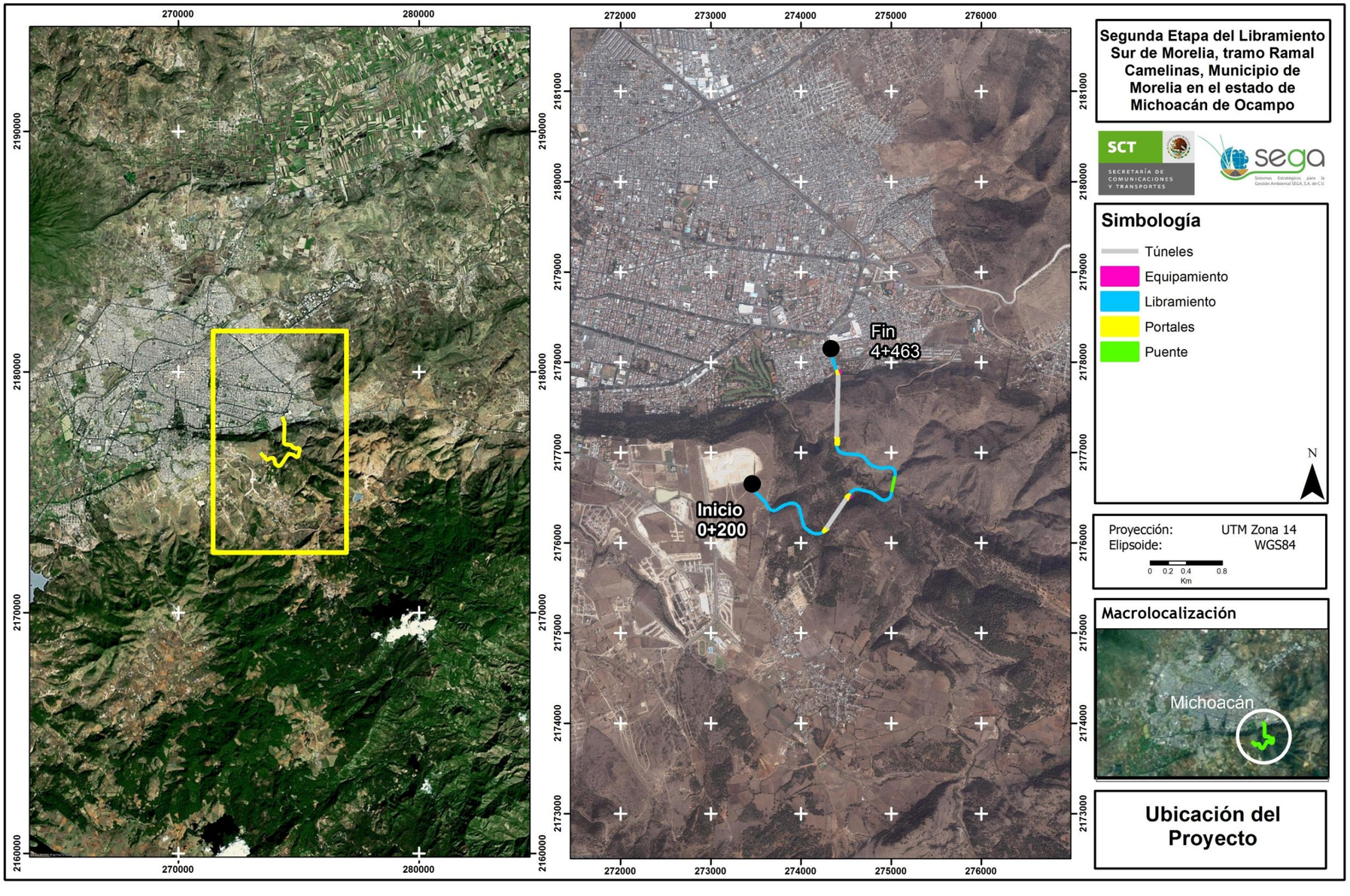


Figura I. 1. Localización del proyecto.

I.1.4.6. Dimensiones del proyecto

La longitud del proyecto será de 4.263 km —incluyendo los 2 túneles y el puente— así como un derecho de vía de 40 m; por tanto, el proyecto comprende una superficie total de 17.052 Ha, que no debe ser confundida con la superficie total de afectación, dado que el derecho de vía no será desmontado en su totalidad.

Las particularidades del proyecto que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, así como el Cuadro de afectaciones por cada concepto de obra se presenta a detalle en el Capítulo II del presente estudio.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL Y REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.

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

I.2.2. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

Ing. Clemente Poon Hung

La acreditación de la personalidad jurídica del promovente y del representante legal obran en los archivos de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

I.3.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL.

Ing. Octavio Vázquez Zúñiga

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

sega

Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

CAPÍTULO II Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción II del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la siguiente información:

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo urbano;

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece de manera puntual y detallada la ubicación física del proyecto, sus colindancias o referencias, las características particulares del proyecto, las dimensiones, y cada uno de los elementos que lo integran, de igual forma se oferta información cartográfica que destaca las condiciones fisiográficas y la expresión gráfica espacial del proyecto respecto de los principales atributos del ambiente.

Asimismo, se presenta información del uso actual del suelo y las superficies de afectación por uso y por concepto, de igual forma se describe de manera concreta y objetiva las principales actividades que integran las diferentes etapas del proyecto en su fase: Preparación del Sitio, Etapa de Construcción, Operación y Mantenimiento.

ÍNDICE

II.1. Información general del proyecto 5

II.1.1. Naturaleza del proyecto 5

II.1.2. Justificación y objetivos 5

II.1.3. Ubicación física 7

II.1.4. Inversión requerida 17

II.2. Características particulares del proyecto 17

II.2.1.Descripción general de la obra 17

II.2.1.1.- Dimensiones del derecho de vía 38

II.2.1.2.- Superficies de intervención. 38

I.2.1.3.- Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades 40

II.2.1.4.- Programa general de trabajo 40

II.3. Preparación del sitio y construcción 42

II.4. Operación y mantenimiento 58

II.4.1. Programa de operación 58

II.4.2. Programa de mantenimiento 59

II.5. Requerimiento de personal e insumos 61

II.5.1. Personal 61

II.5.2. Insumos 63

II.6. Residuos 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Coordenadas de los Cadenamientos cada 500 m en coordenadas UTM (WGS 1984, zona 14 norte)..... 10
Tabla II. 2. Especificaciones del libramiento..... 18
Tabla II. 3. Especificaciones de la sección tipo del puente 25
Tabla II. 4. Longitudes de los túneles..... 26
Tabla II. 5. Características del túnel 1. 26
Tabla II. 6. Características del túnel 2. 26
Tabla II. 7. Características del puente. 32
Tabla II. 8. Resumen de proyecto. 35
Tabla II. 9. Características de las obras hidráulicas 36
Tabla II. 10. Afectaciones por concepto del proyecto 39
Tabla II. 11. Programa general de trabajo. Diagrama de Gantt. 41
Tabla II. 12. Bancos de materiales. 47
TABLA II. 13. Requerimientos de personal. 62

ÍNDICE DE FIGURA

Figura II. 1. Ubicación del proyecto. 8
Figura II. 2. Localización y distribución del proyecto. 9
Figura II. 3. Imagen del cadenamiento 0+200. 11
Figura II. 4. Imagen del cadenamiento 4+463 11
Figura II. 5. Cadenamientos cada 500 m. 12
Figura II. 6. Referencias fotográficas del trazo. 13
Figura II. 7. Referencias fotográficas del trazo. 14
Figura II. 8. Referencias fotográficas del trazo. 15
Figura II. 9. Referencias fotográficas del trazo. 16
Figura II. 10. Sección tipo del libramiento. 20
Figura II. 11. Perfil del Proyecto. 21
Figura II. 12. Perfil del proyecto 22
Figura II. 13. Perfil del proyecto 23
Figura II. 14. Sección tipo de los túneles 25
Figura II. 15. Localización de los túneles. 27
Figura II. 16. Portal de inicio del túnel 1. 28
Figura II. 17. Portal de salida del túnel 1. 29
Figura II. 18. Portal de inicio del túnel 2. 30
Figura II. 19. Portal de salida del Túnel 2. 31
Figura II. 20. Planos del puente 33
Figura II. 21. Localización del puente. 34
Figura II. 22. Localización de las obras hidráulicas 37
Figura II. 23. Localización de los bancos de materiales. 48
Figura II. 24. Localización de las Fallas 52
Figura II. 25. Localización de las Fallas y el Proyecto de acuerdo al PDU 53

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

La zona sur de la Ciudad de Morelia presenta un creciente desarrollo y expansión en su mancha urbana. Para asegurar el crecimiento ordenado y sustentable de la zona es indispensable contar con la infraestructura que permita solucionar la problemática que presenta con ello una mejora en la calidad ambiental para la reducción de los tiempos de traslado y por tanto de emisiones provenientes de los vehículos en funcionamiento.

Este proyecto, forma parte integral de una estrategia conjunta entre el Gobierno del Estado y la Federación, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para ejecutar una serie de proyectos que conformarán en el corto plazo el “Libramiento Sur de la Ciudad de Morelia”, correspondiendo el que se describe en esta manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional a la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, que estará a cargo de la Dirección General de Carreteras de la SCT, cuyos recursos para su ejecución provienen del Gobierno Federal.

II.1.2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El fortalecimiento de la estructura vial, es una de las principales líneas de acción que se establecen como prioritarias en los instrumentos de planeación con los que cuenta la Ciudad de Morelia; la implementación de esta estrategia pretende ser parte de los elementos de reconducción para el desarrollo urbano y el crecimiento ordenado del Centro de Población. Por ello, se busca conformar una estructura vial que conecte y articule a la Ciudad.

La construcción de la **"Segunda Etapa del Libramiento Sur, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo"** permitirá comunicar asentamientos de la zona, tales como Santa María, San José del Cerrito, Altozano y de Jesús del Monte con la Ciudad de Morelia, ya que las localidades ubicadas en las inmediaciones de esta ciudad han presentado un acelerado desarrollo en los últimos años y las actuales vías de comunicación se han visto superadas en lo que a capacidad y nivel de servicio se refiere, resultando ya insuficientes.

Actualmente existen tres principales accesos al sur de la Ciudad de Morelia, que son La Paloma, Parque Juárez y La Casa de Gobierno. Estos accesos se encuentran totalmente rebasados, por lo que el libramiento sujeto de esta estudio de impacto ambiental constituirá una alternativa adicional para el ingreso a la Ciudad, y ayudará a desahogar de forma importante el tránsito que no tiene como destino la Ciudad de Morelia, reduciéndose además el número de vehículos que hacen uso de los accesos previamente mencionados. Dado lo anterior se prevé que el nivel de servicio de los usuarios mejorará, al reducirse los tiempos de traslado y de espera, así como la contaminación ambiental y acústica.

Así mismo, al ser éste un libramiento carretero evitará la entrada de vehículos pesados y/o de carga provenientes de otras localidades a la ciudad, lo anterior debido a que dichos vehículos podrán circular por el libramiento en vez de hacerlo por las calles de la Ciudad de Morelia.

Objetivos particulares

- Disminuir los tiempos de traslado, con lo que se reducirán los costos del transporte y se promoverá con ello un mayor desarrollo económico para Morelia y las localidades cercanas.

- Permitir una ágil movilización de productos e insumos entre los lugares antes mencionados y la Ciudad de Morelia.
- Evitar congestionamientos viales en los actuales accesos a la Ciudad, mejorando así el nivel de servicio de los usuarios.
- Mejorar el tránsito en la zona sur de Morelia, reduciendo los niveles de emisiones atmosféricas producto de la combustión de vehículos y la contaminación acústica.
- Evitar la circulación de vehículos pesados por las calles de la Ciudad de Morelia.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA

El trazo del proyecto se encuentra en su totalidad dentro del Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo, incidiendo sobre la zona urbana al sureste de la Ciudad. A continuación se presenta la imagen correspondiente a la localización del proyecto.

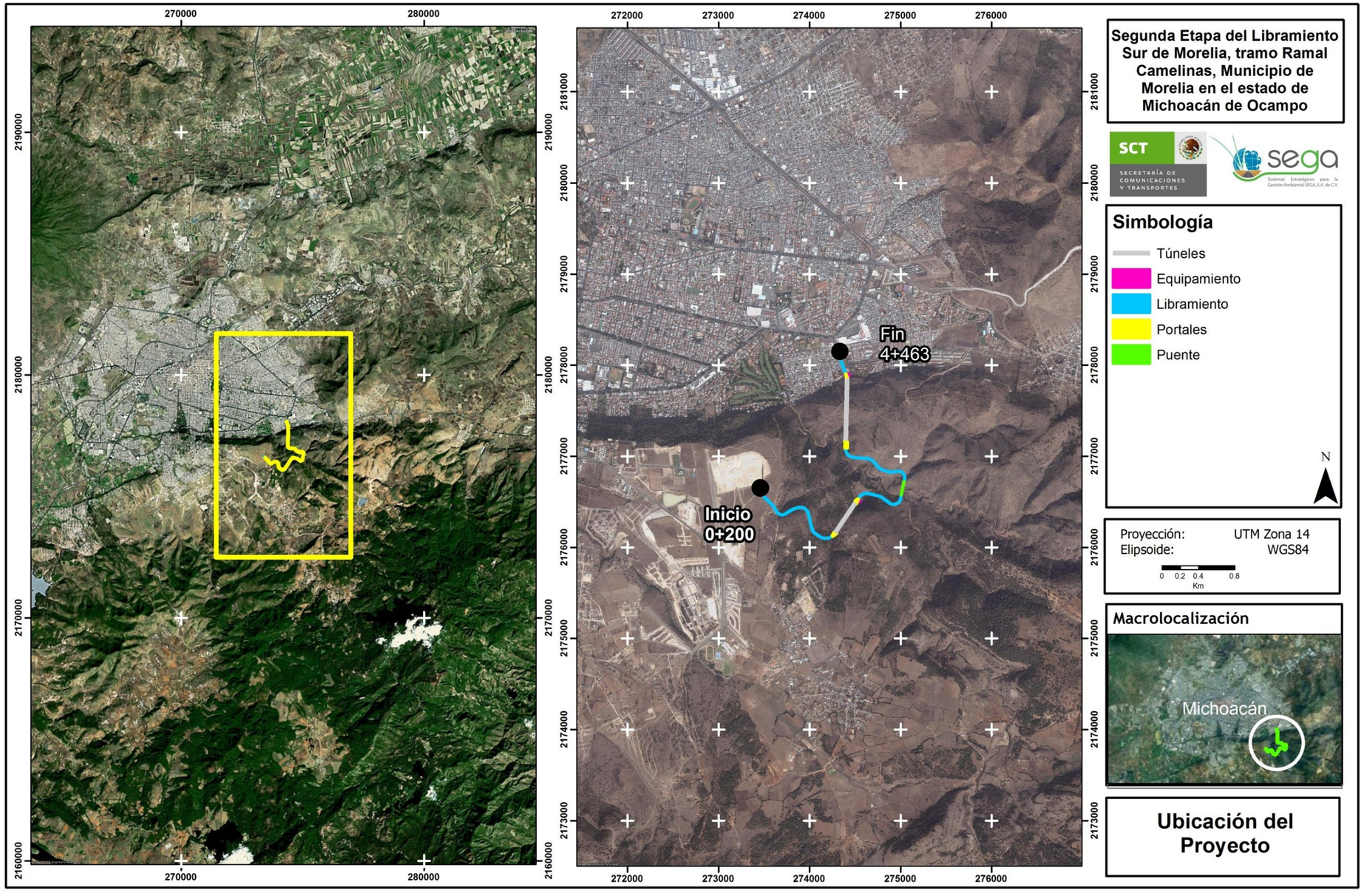


Figura II. 1. Ubicación del proyecto.



Figura II. 2. Localización y distribución del proyecto.

En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas UTM, de los cadenamientos cada 500 m.

Tabla II. 1. Coordenadas de los Cadenamientos cada 500 m en coordenadas UTM (WGS 1984, zona 14 norte).

Cadenamiento	x	y
0+200	273408.966	2176642.82
0+500	273618.358	2176427.78
1+000	274005.216	2176292.59
1+500	274343.385	2176250.67
2+000	274659.616	2176588.02
2+500	275022.966	2176644.78
3+000	274728.79	2176911.68
3+500	274396.543	2177165.25
4+000	274409.484	2177665.09
4+463	274321.339	2178114.33

Para efectos de este proyecto, el cadenamiento inicial se considerará como el 0+200, de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas y se encuentra localizado en su entronque con la avenida “Circuito Montaña Monarca”(a la altura del centro comercial “Paseo Altozano”) , y termina en la avenida “Baltazar Echave” a la altura de la colonia “Ejidal Ocolusen” en el cadenamiento 4+463.

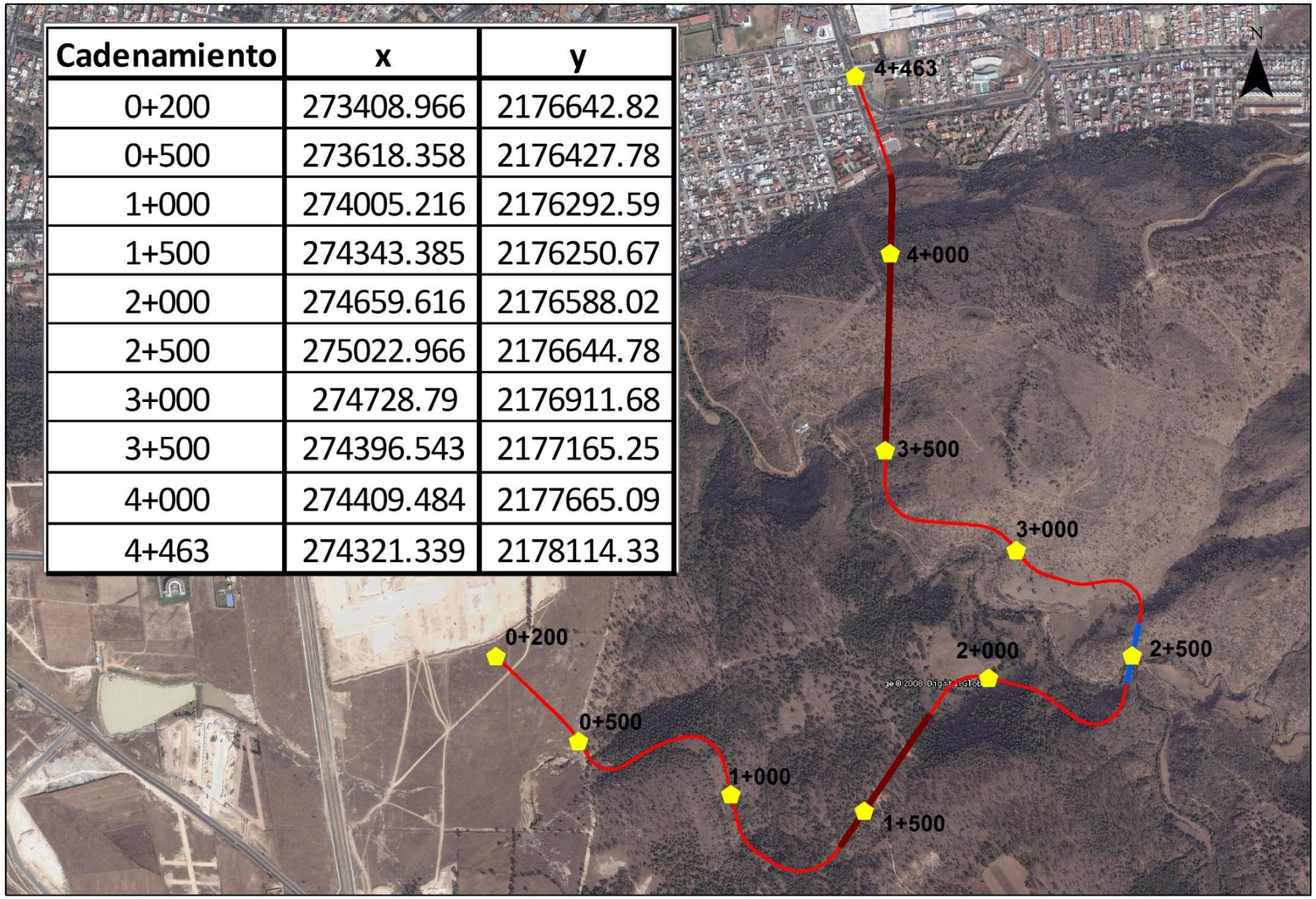


Figura II. 3. Imagen del cadenamiento 0+200.



Figura II. 4. Imagen del cadenamiento 4+463

Cadenamiento	x	y
0+200	273408.966	2176642.82
0+500	273618.358	2176427.78
1+000	274005.216	2176292.59
1+500	274343.385	2176250.67
2+000	274659.616	2176588.02
2+500	275022.966	2176644.78
3+000	274728.79	2176911.68
3+500	274396.543	2177165.25
4+000	274409.484	2177665.09
4+463	274321.339	2178114.33



Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Municipio de Morelia en el estado de Michoacán de Ocampo

Simbología
- Cadenamientos
- Túneles
- Puente
- Libramiento Sur Seguna Etapa

Proyección UTM Zona 14 N
Datum WGS84
0 4,250 8,500 17,000
Meters

Localización del proyecto



Cadenamientos cada 500 m

Figura II. 5. Cadenamientos cada 500 m.

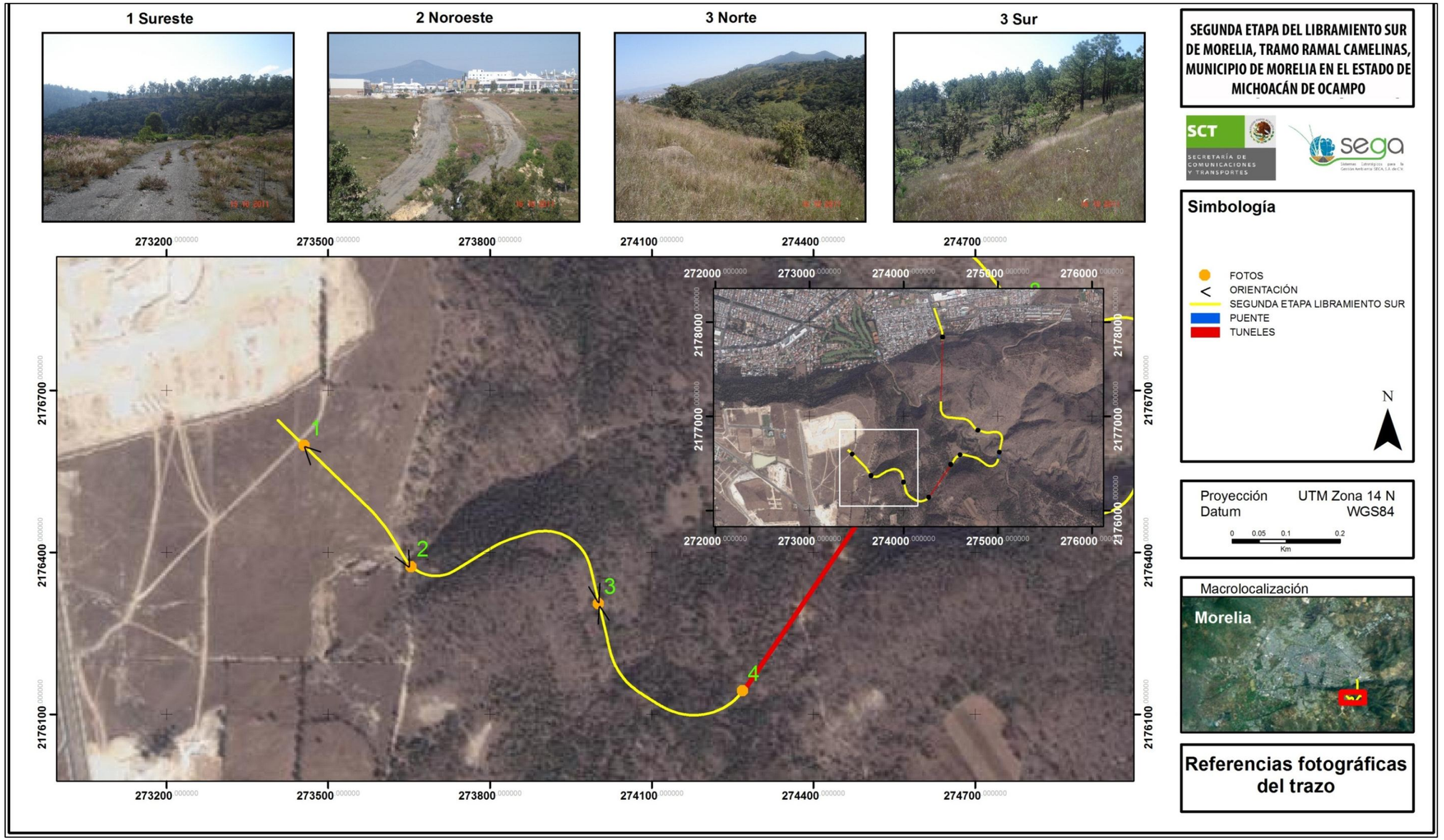


Figura II. 6. Referencias fotográficas del trazo.

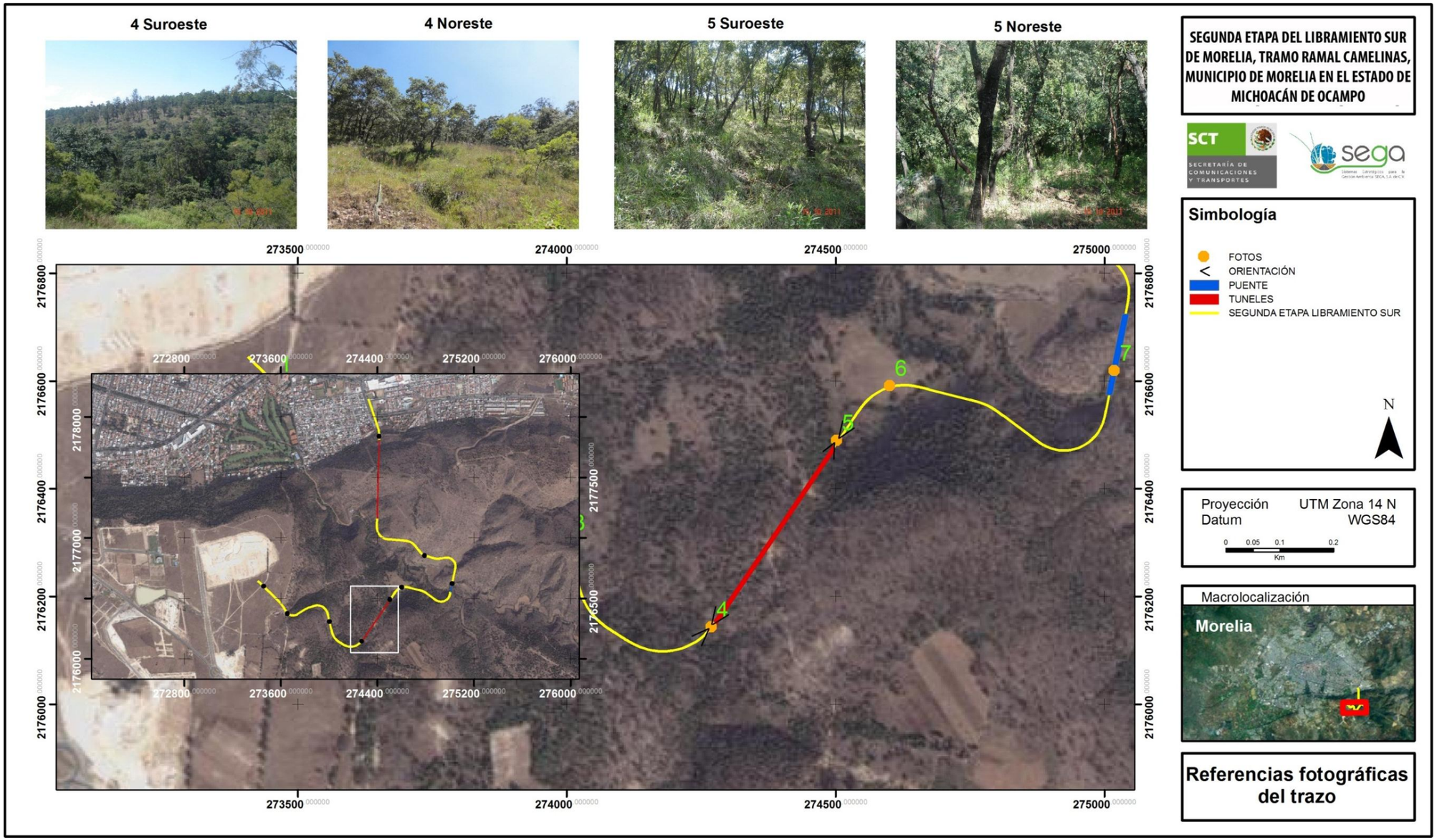


Figura II. 7. Referencias fotográficas del trazo.

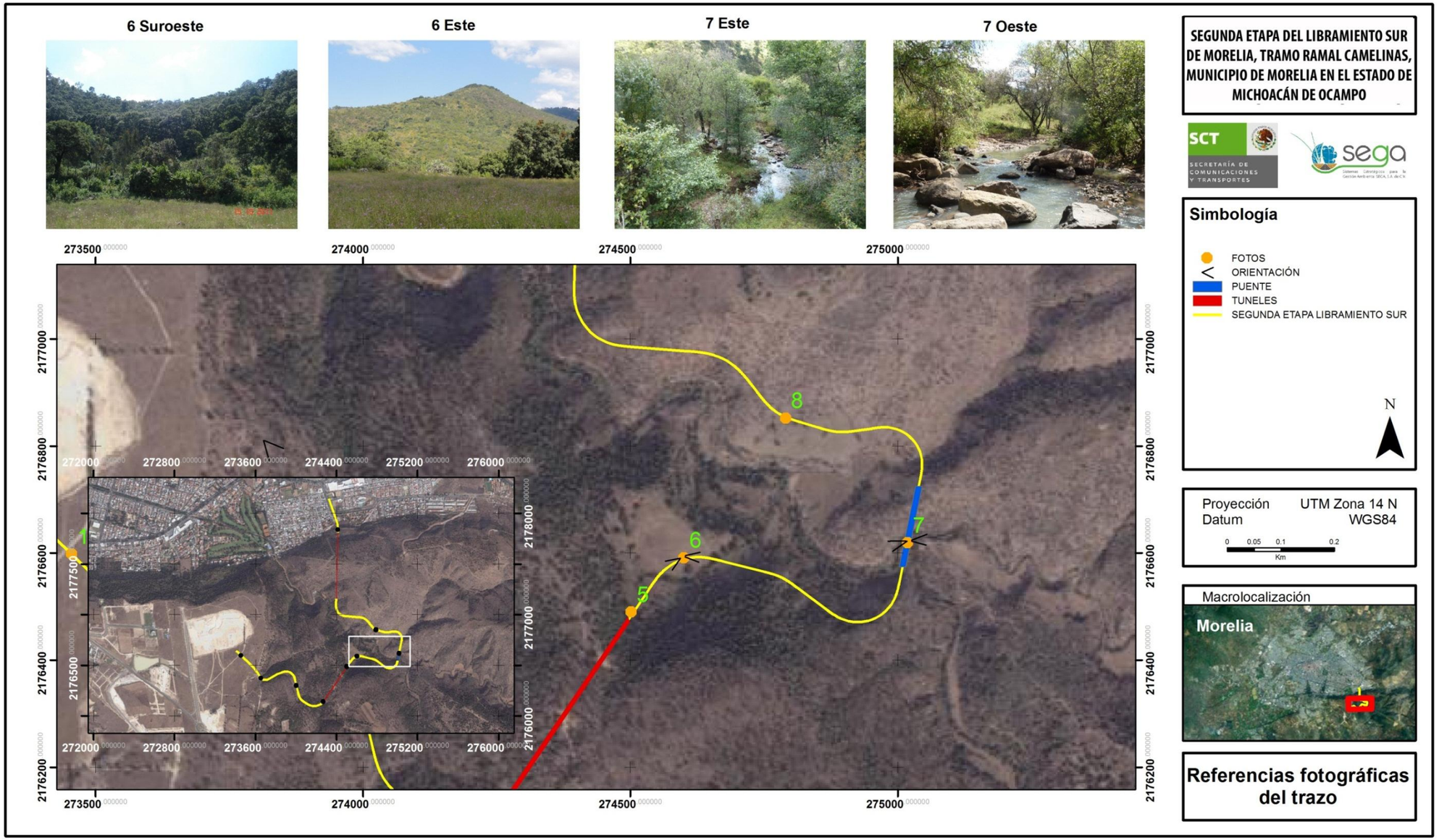


Figura II. 8. Referencias fotográficas del trazo.

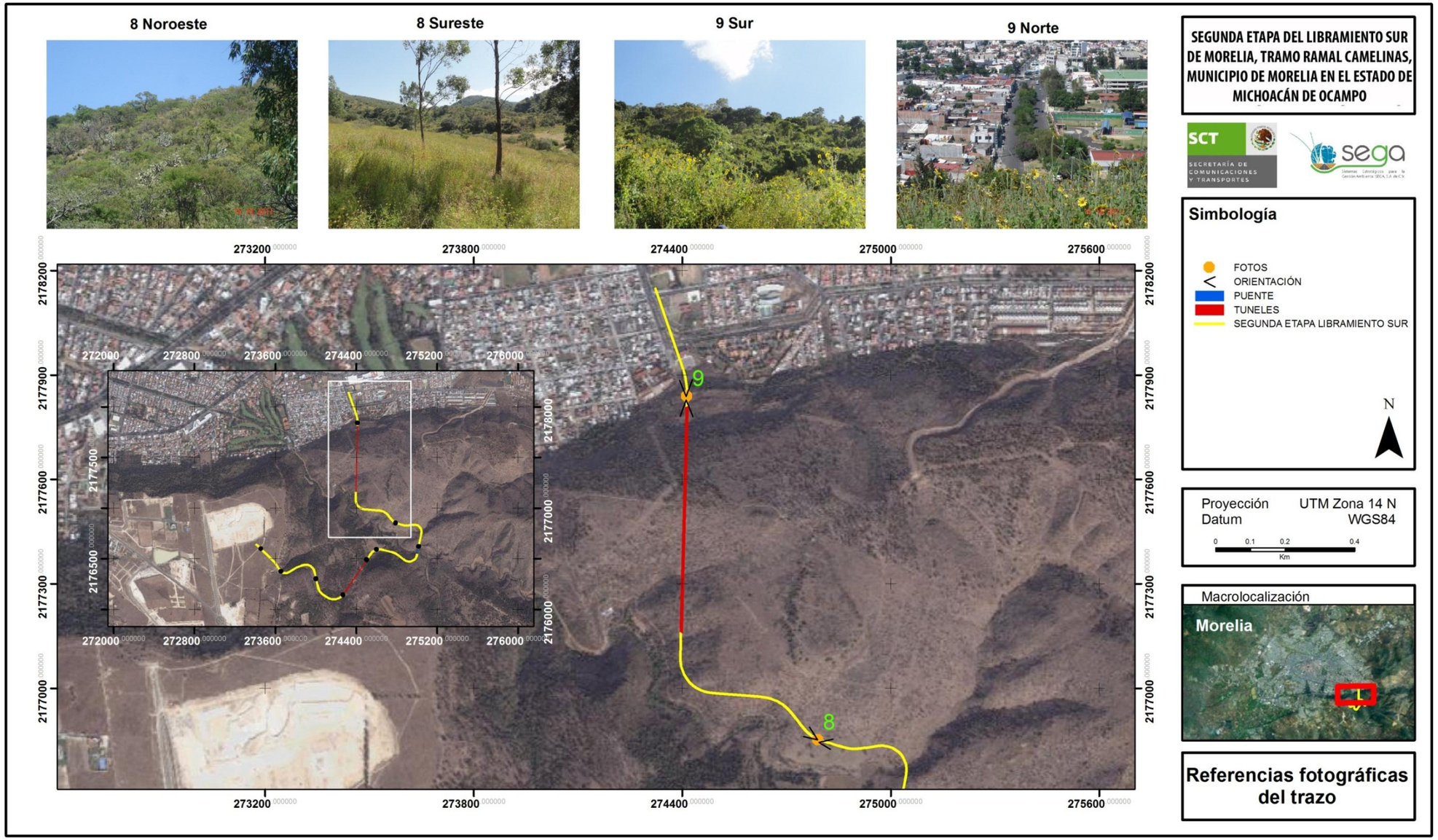


Figura II. 9. Referencias fotográficas del trazo.

II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA

Este proyecto contempla la construcción de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, incluyendo los túneles y el puente que se describen en el presente capítulo, cuya longitud total será de 4.263 kilómetros y para ello se requerirá una inversión aproximada de $ 630´000,000.00 (Seiscientos Treinta Millones de pesos 00/100 M.N.)

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1.DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

El proyecto consiste en la construcción de la **Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo**, para el cual se construirán 2 túneles y un puente, los cuales se describen a detalle a continuación.

Libramiento Sur

El proyecto contará con una longitud de 4.263 km, teniendo su origen en la intersección con el “Circuito Montaña Monarca”. De acuerdo con las especificaciones de la SCT ésta será una carretera tipo A2, que contará con 2 carriles de 3.5 m, uno por sentido y acotamientos de 2.5 m a cada lado, lo que hace un ancho de corona de 12 metros, dentro de un derecho de vía de 40 metros, como se puede observar en las siguientes tabla y figura.

Tabla II. 2. Especificaciones del libramiento.

Características	Tramo Libramiento	
Carretera tipo	A2	
Longitud	4.263 km	
Derecho de vía	40 m	
Superficie de Afectación	**Concepto**	**Afectación (m^2)**
	Equipamiento	1443.07
	Libramiento	35913.42
	Puente	1842.96
	Portales	5348.06
	Total (m^2)	**44,547.51**
	Total (Ha)	**4.455**
Superficie que requiere cambio de uso de suelo de vegetación forestal	**3.09 Ha**	
Velocidad máxima	70 a 100 km/hr	
Ancho de corona	12 metros	
Ancho de calzada	7 m	
Acotamientos	2.5 m	
Pendiente Máxima	9.50%	
Túneles	**2**	
Túnel 1	Longitud= 404.94 m	
	Cadenamientos	
	1+390.06	1+795
Túnel 2	Longitud = 700 m	
	Cadenamientos	
	3+495	4+195
Puentes	**1**	
Puente	Longitud= 150 m	
	Cadenamientos	
	2+377	2+527

Obras hidráulicas	**8**
Obra hidráulica	Cadenamiento
1	0+480.00
2	0+550.00
3	0+860.00
4	1+300.00
5	1+940.00
6	2+377.00
7	2+640.00
8	3+395.55
Pasos de Fauna	**3**
1	1+300.00
2	2+377
3	2+640.00

El perfil del proyecto con todos sus elementos se puede observar en las siguientes figuras.

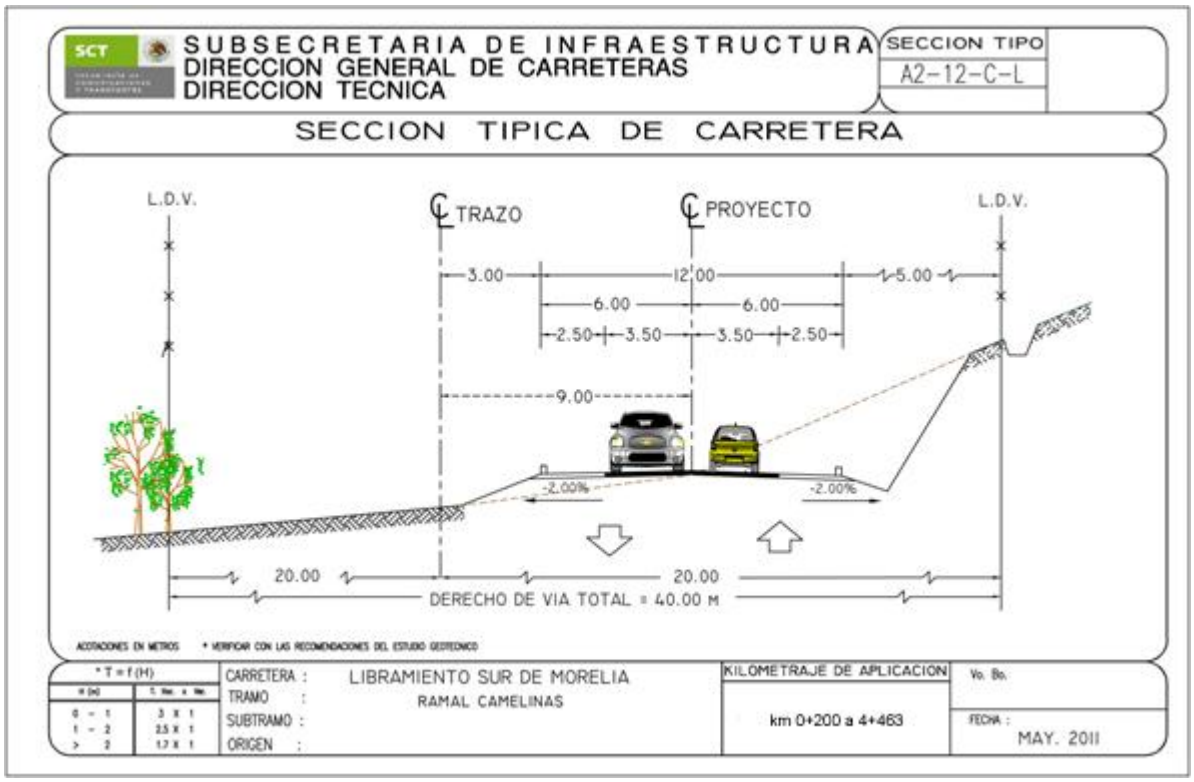


Figura II. 10. Sección tipo del libramiento.

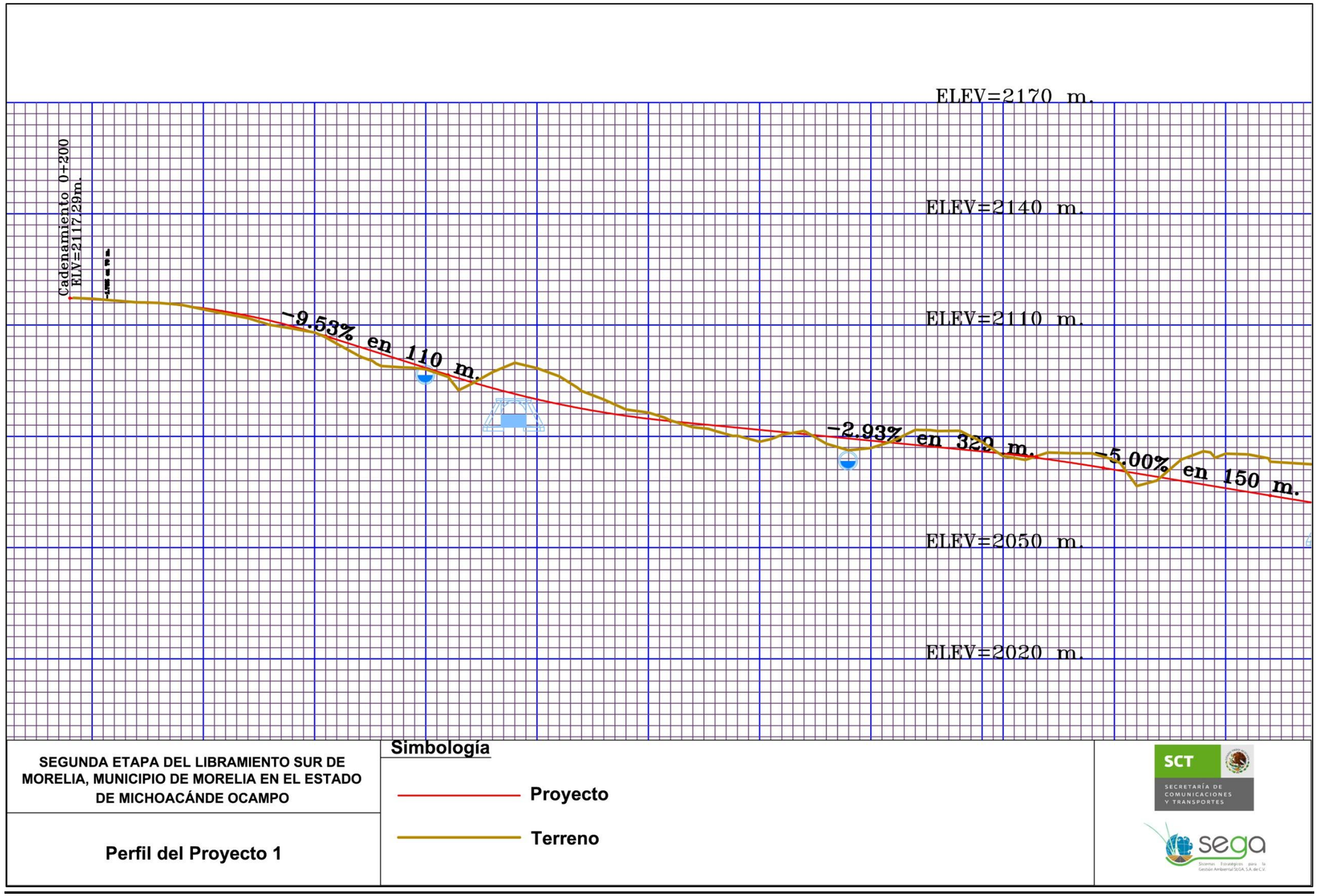


Figura II. 11. Perfil del Proyecto.

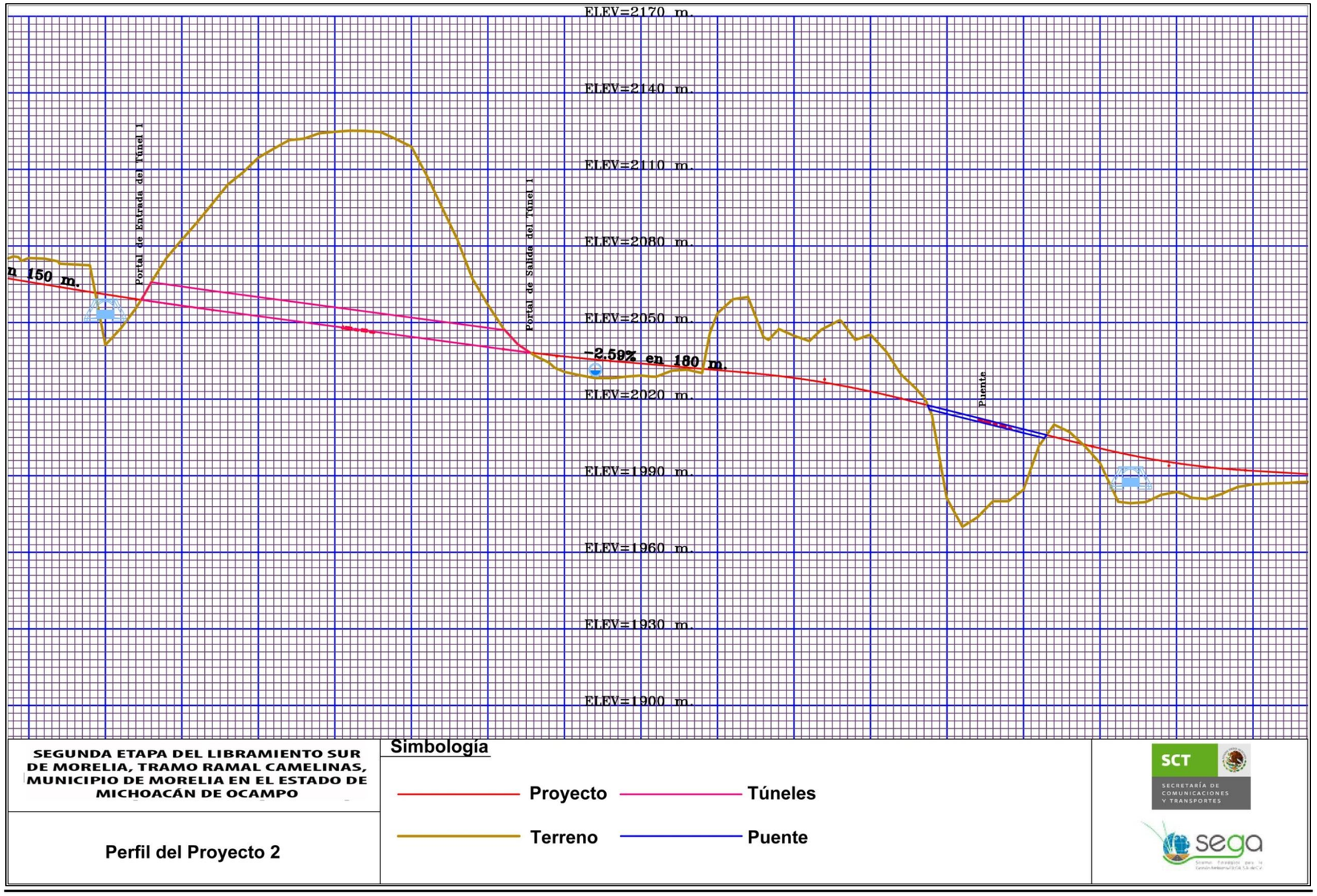


Figura II. 12. Perfil del proyecto

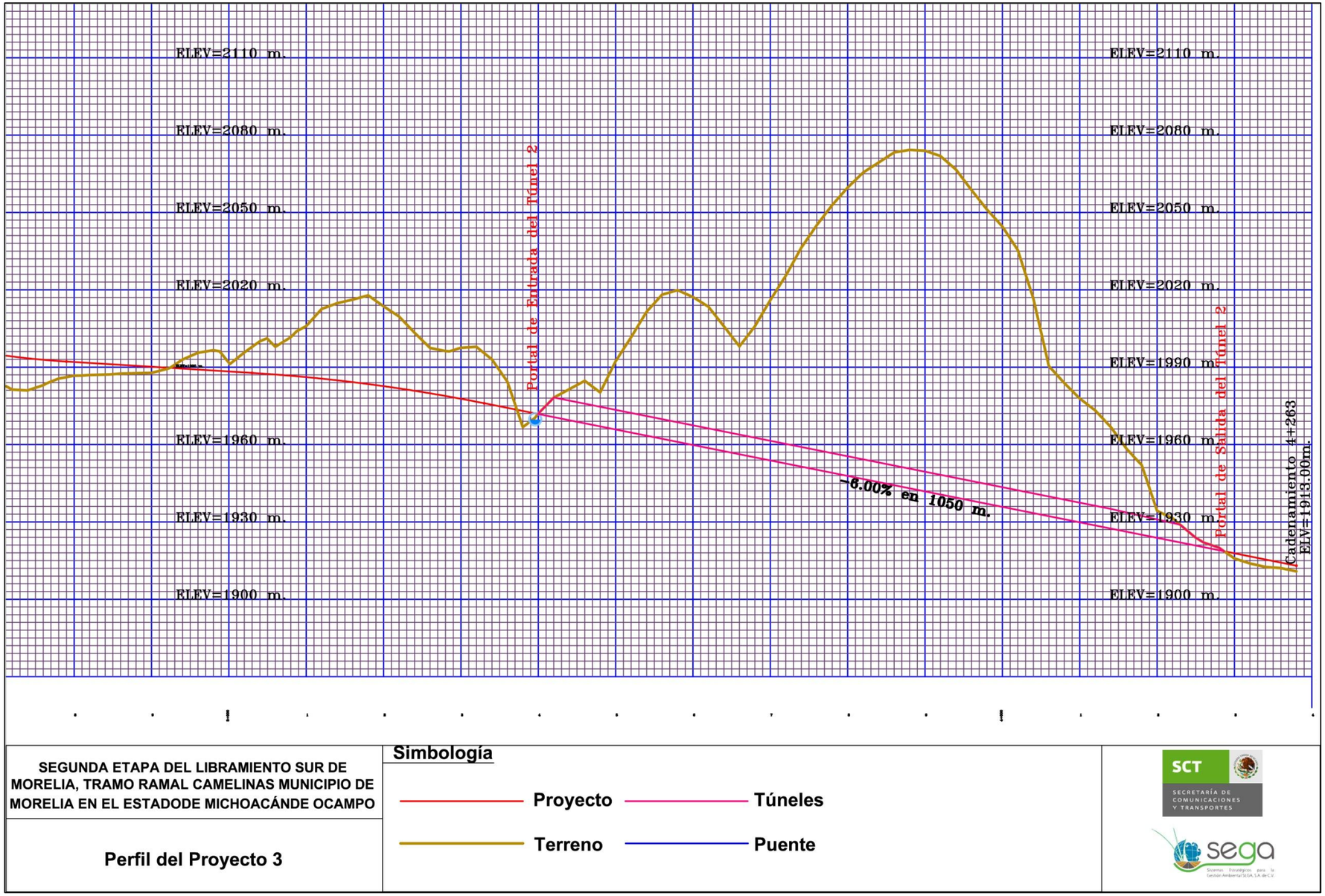


Figura II. 13. Perfil del proyecto

Túneles

Debido a varios factores como la topografía y configuración del proyecto, se está proyectando la construcción de 2 túneles viales. Ambos contarán con 3 carriles y tendrán un ancho de calzada de 10.5 m, con acotamientos de 0.75 m y banquetas de 0.85 m a cada lado, así como un galibo de 5.5 m.

El primero de ellos se ubicará en el cadenamiento 1+390 y tendrá una longitud de 405 m. El segundo túnel se localizará en el cadenamiento 3+495 y tendrá una longitud de 700 m.

Para la construcción de los portales se realizarán los cortes necesarios para que la línea del proyecto sea coincidente con la de los túneles, lo que constituye parte de las afectaciones del proyecto. Entre las medidas para evitar derrumbes se contempla la aplicación de concreto lanzado con malla electrosoldada y la colocación de anclas.

De igual manera se contempla la construcción de túneles falsos de diversas longitudes para cada portal; a estos túneles falsos se les agregará un relleno de diversos materiales, el cual contará con 3 capas, la de restitución, la de transición y la confinante, por lo que el constructor deberá realizar los estudios necesarios para conocer el material que se utilizará para que cada una de las capas cumpla con la normativa de la SCT.

De igual manera, para que cada túnel pueda proporcionar los elementos necesarios para que los usuarios puedan circular con seguridad, es necesario contar con instalaciones como iluminación y ventilación. Para proporcionar estos servicios es necesaria la construcción de casas de máquinas que alojen las instalaciones que permitan proveer estos servicios. Las casas de máquinas se encontrarán ubicadas a la salida de los túneles y será necesaria la realización de cortes para su construcción, en las inmediaciones de los portales y para favorecer

la estabilidad de dichos cortes, así como en los portales, se utilizarán elementos como vigas de atado, anclas y concreto lanzado con malla electrosoldada.

Tabla II. 3. Especificaciones de la sección tipo del puente

Características	Tramo Libramiento
Ancho de calzada	10.5 m
Acotamientos	0.75 m
Banquetas	0.85 m
Galibo	5.5 m

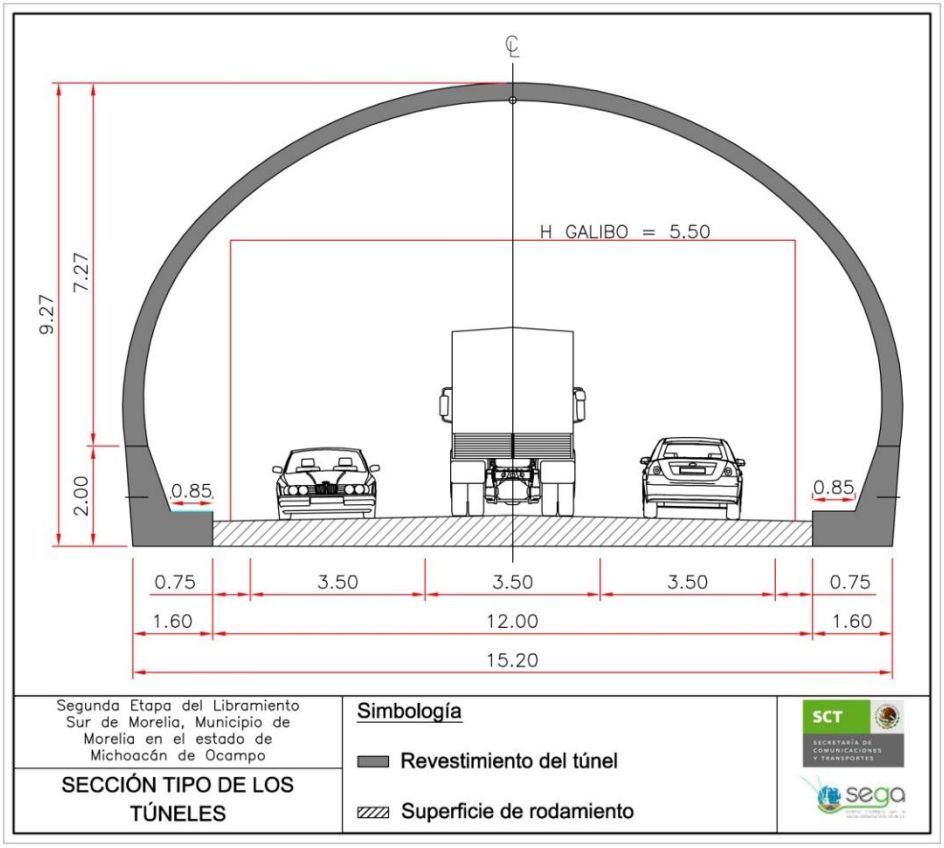


Figura II. 14. Sección tipo de los túneles

Tabla II. 4. Longitudes de los túneles

	Longitud excavada (m)	Longitud túnel falso (m)		Total (m)
		Inicio	Final	
Túnel 1	404.94	18.3	24.77	448.01
Túnel 2	700	23.74	9.4	733.14

Tabla II. 5. Características del túnel 1.

	Túnel 1			
	Cadenamiento	Coordenadas UTM		Afectación m^2
		X	Y	
Portal de Inicio	1+390	274270.3942	2176144.3449	1341.972319
Portal de Salida	1+794.94	274522.7201	2176514.9662	1254.164564
Casa de Máquinas	1+825	274525.8631	2176519.5982	490.061178
Total				**3086.1981**

Tabla II. 6. Características del túnel 2.

	Túnel 2			
	Cadenamiento	Coordenadas UTM		Afectación m^2
		X	Y	
Portal de Inicio	3+495	274395.9633	2177135.7956	2442.640719
Portal de Salida	4+195	274410.7189	2177859.8755	309.278481
Casa de Máquinas	4+215	274412.8566	274412.8566	953.008462
Total				**3704.927662**

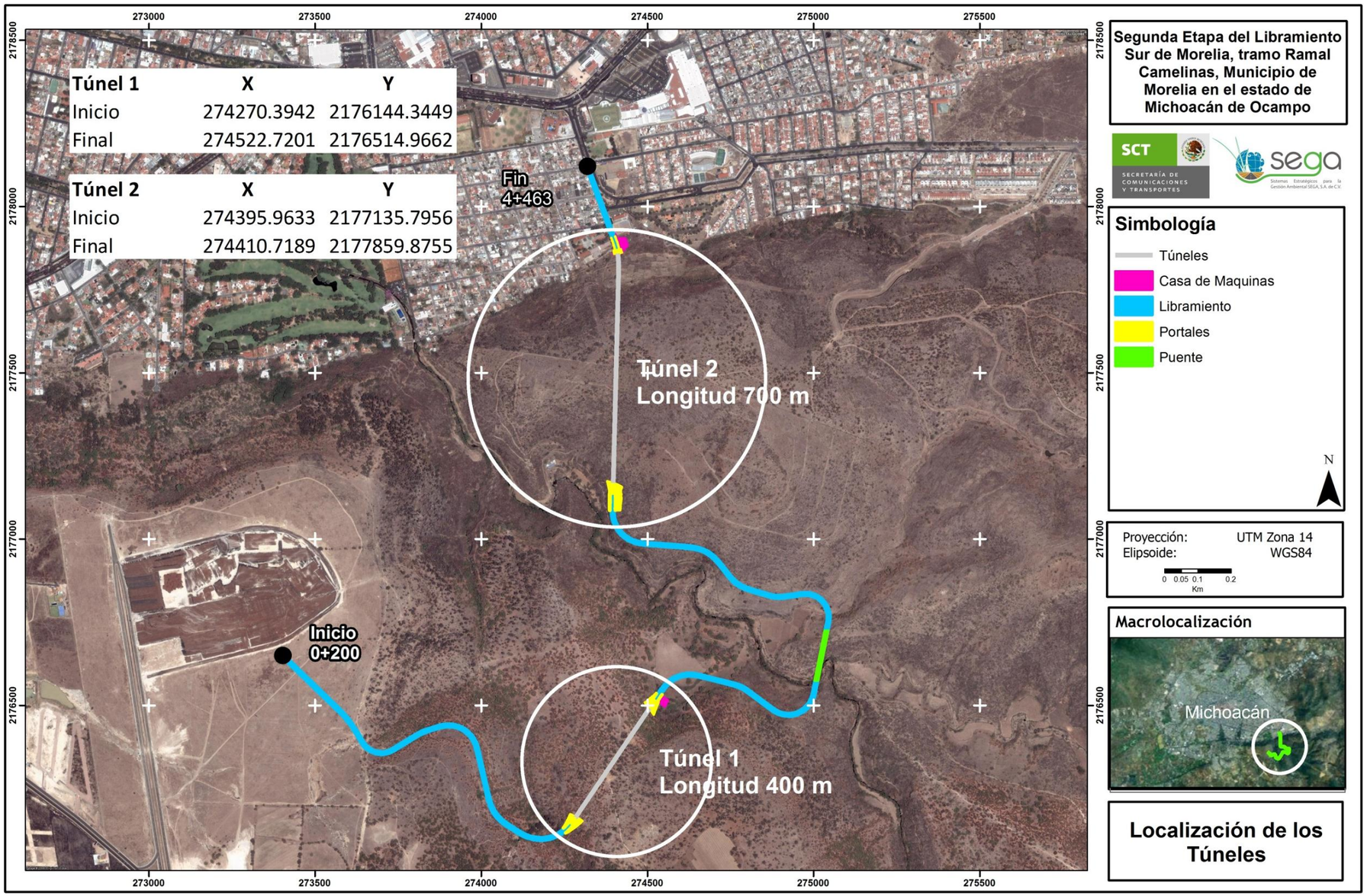
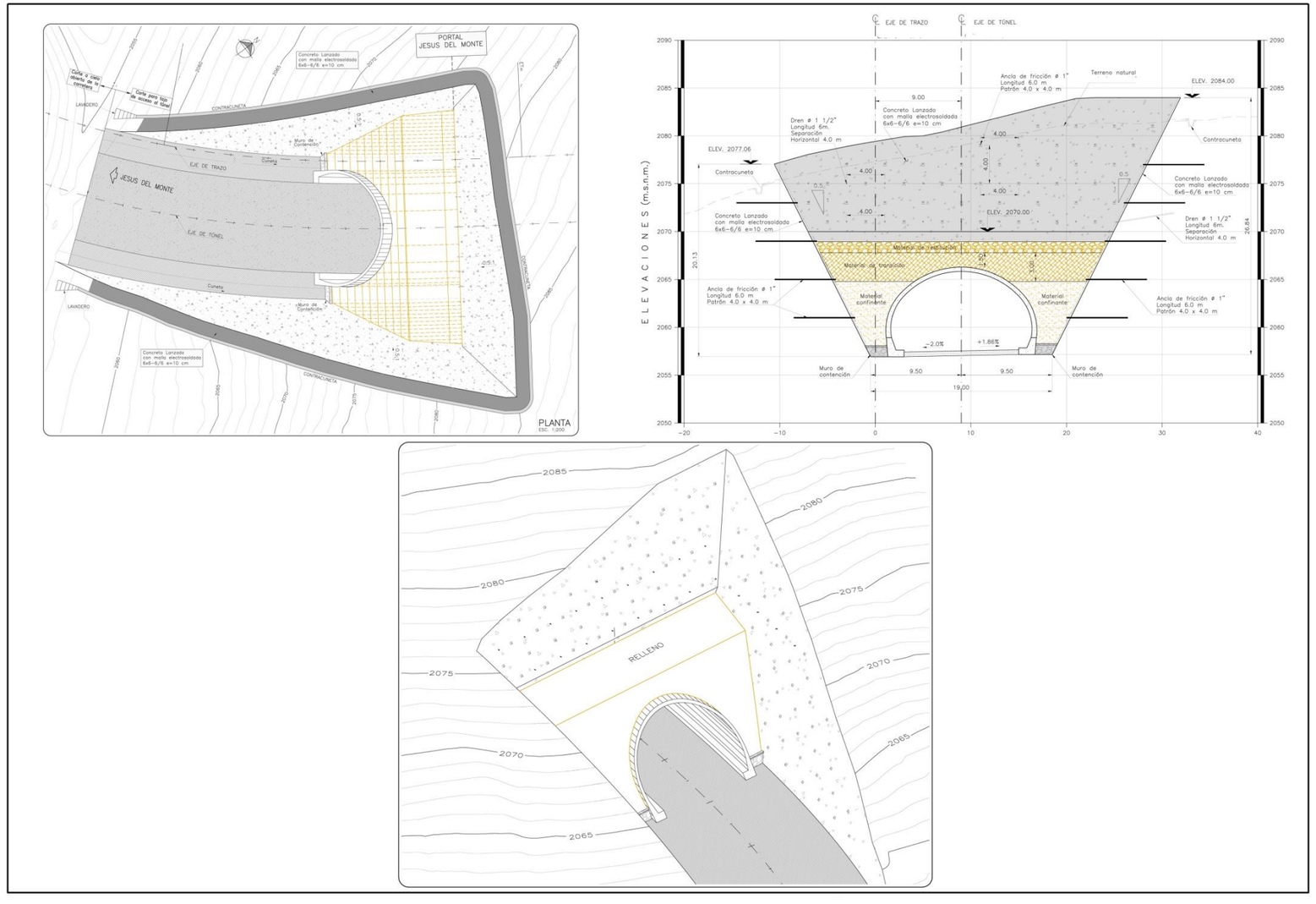


Figura II. 15. Localización de los túneles.



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

Simbología

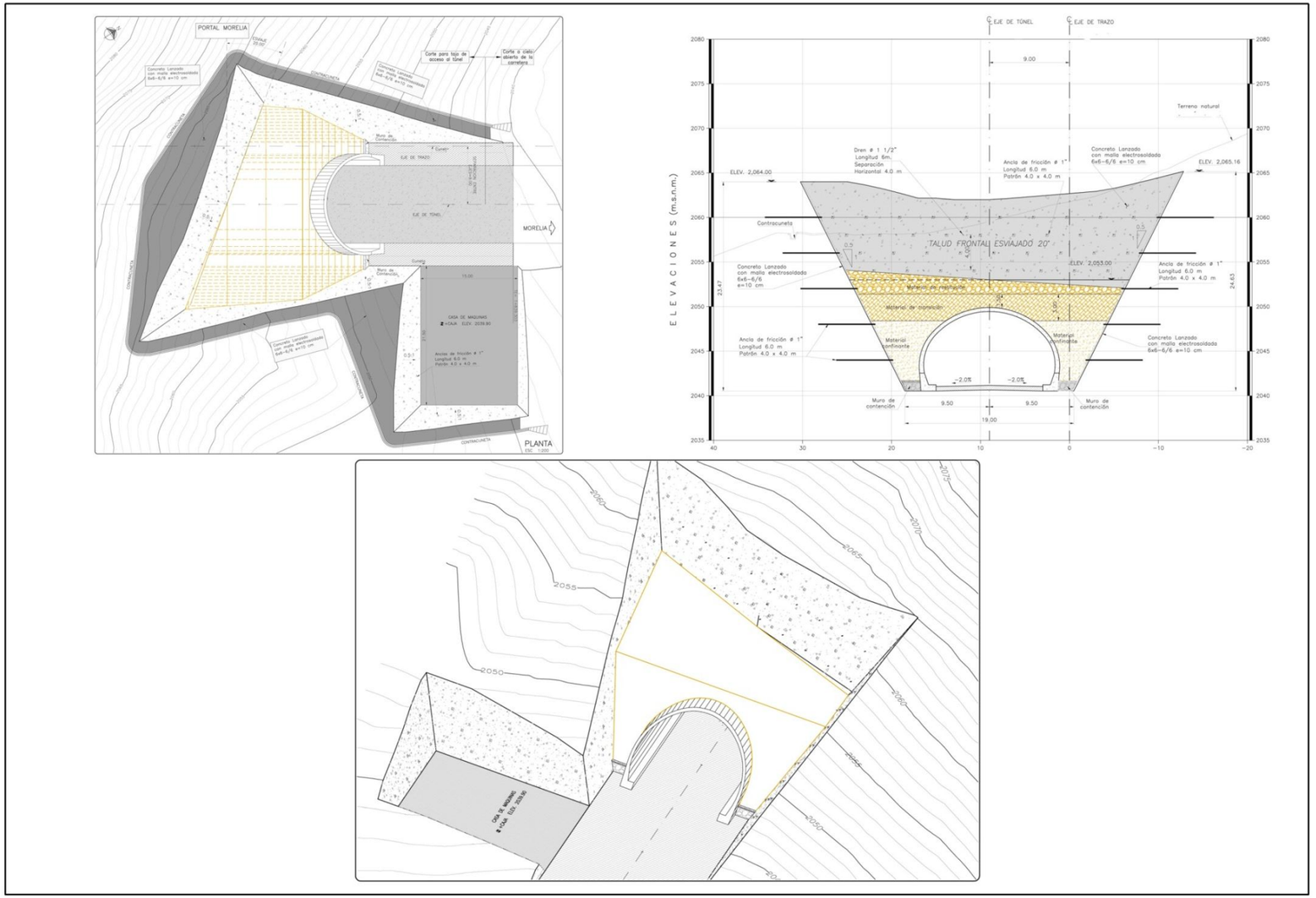
Proyección UTM Zona 14 N
Datum WGS84
0 1,100 2,200 4,400
Meters

Localización del proyecto



Portal de Inicio del Túnel 1

Figura II. 16. Portal de inicio del túnel 1.



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

sega
Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

Simbología

Proyección	UTM Zona 14 N
Datum	WGS84

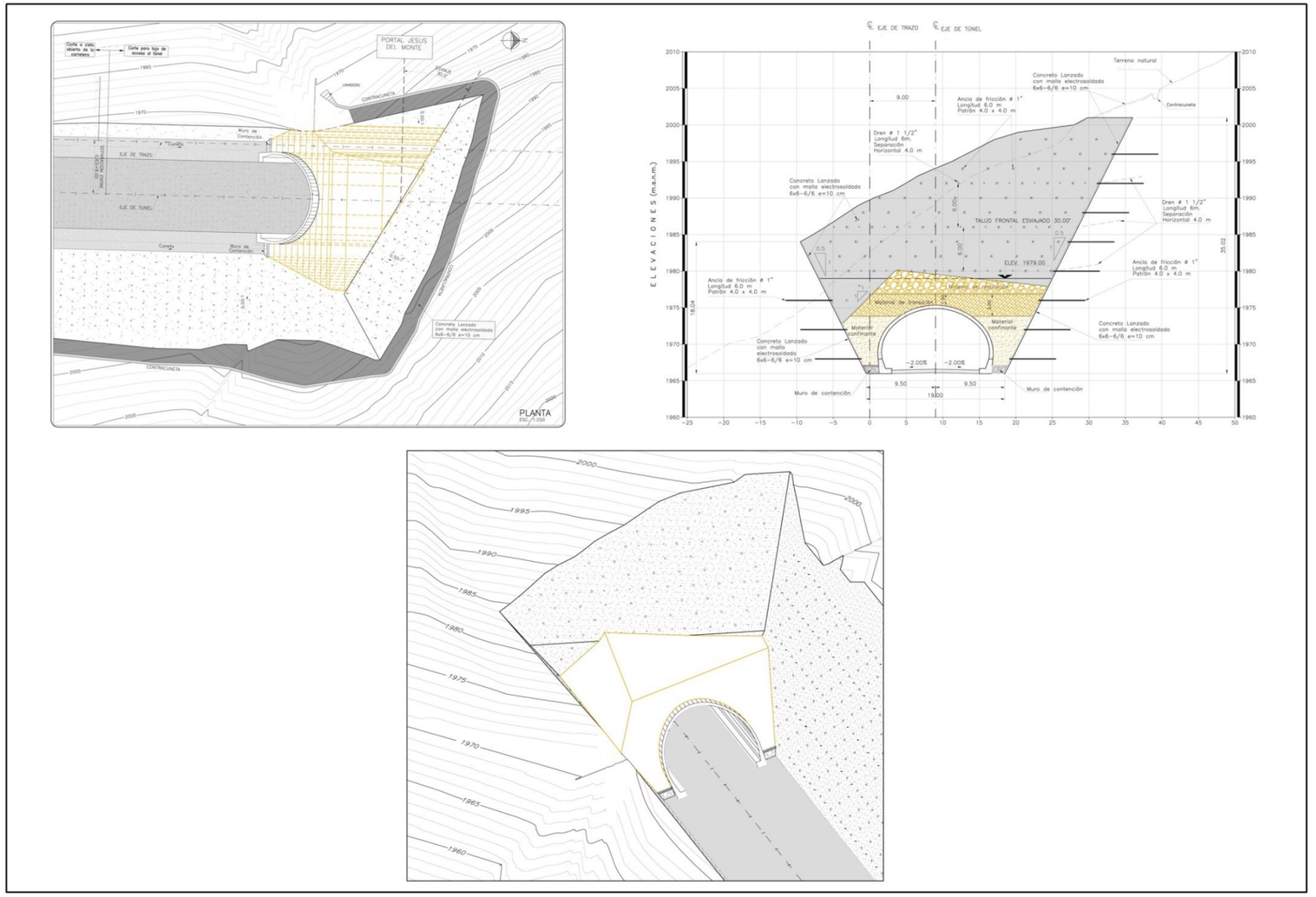
0 4,400 8,800 17,600
Meters

Localización del proyecto



Portal de Salida del Túnel 1

Figura II. 17. Portal de salida del túnel 1.



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

Simbología

Proyección UTM Zona 14 N
Datum WGS84
0 4,400 8,800 17,600
Meters

Localización del proyecto



Portal de Inicio del Túnel 2

Figura II. 18. Portal de inicio del túnel 2.

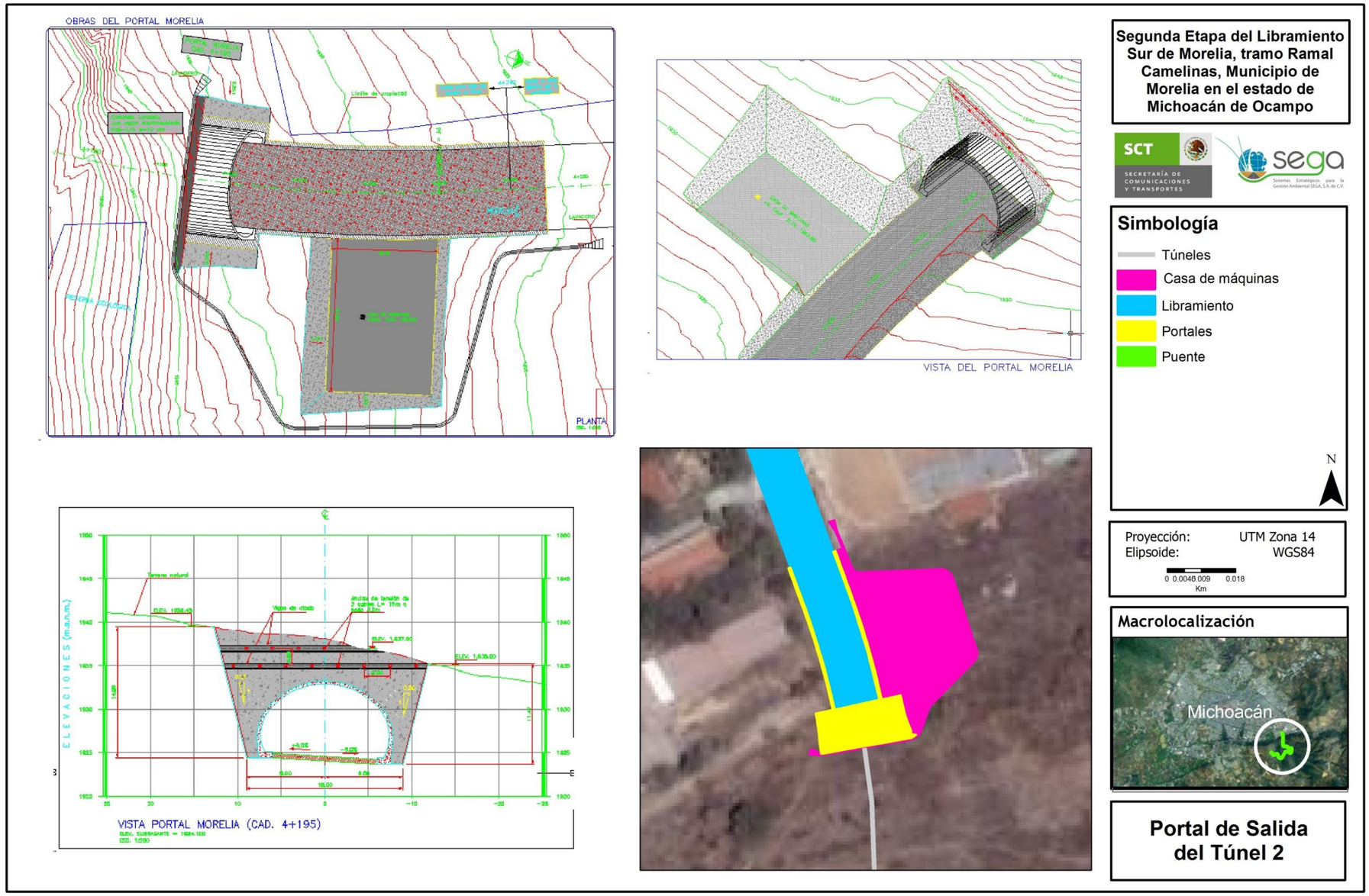


Figura II. 19. Portal de salida del Túnel 2.

Puente

Se considera la construcción de un puente con la finalidad de cruzar el Río Chiquito, el cual estará localizado en el cadenamiento 2+377 y tendrá una longitud de 150 m. En el puente se mantendrá la sección tipo del libramiento solamente añadiendo elementos necesarios como banquetas y parapetos para mayor seguridad.

Para la construcción del puente se requerirá la construcción de 2 estribos y 4 pilas, que tendrán una cimentación a base de zapatas. Se tendrán 5 claros de 30 metros para los cuales se utilizarán trabes de tipo cajón de concreto reforzado sobre las cuales irá montada la losa, sobre la que se encontrará la superficie de rodamiento. Para el diseño de este puente se realizaron todos los estudios de hidrología e hidráulica para asegurar que éste pueda operar con toda seguridad durante todo el tiempo de operación.

Tabla II. 7. Características del puente.

	Cadenamiento	Coordenadas UTM		Afectación (Ha)
		X	Y	
Inicio	2+377	274,997.28011171	2,176,523.37962622	0.184
Final	2+527	275,028.11055776	2,176,670.1390497	

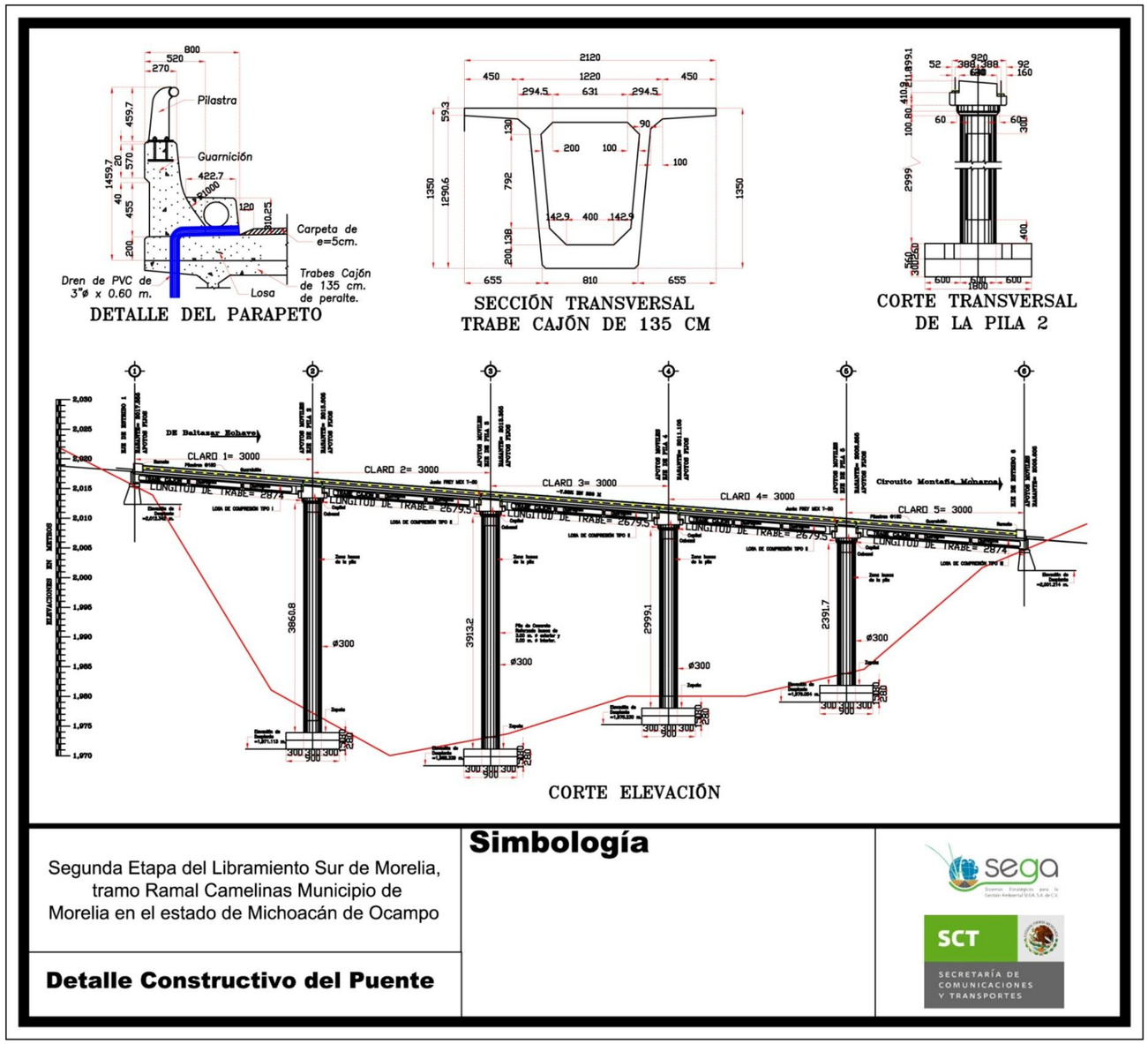
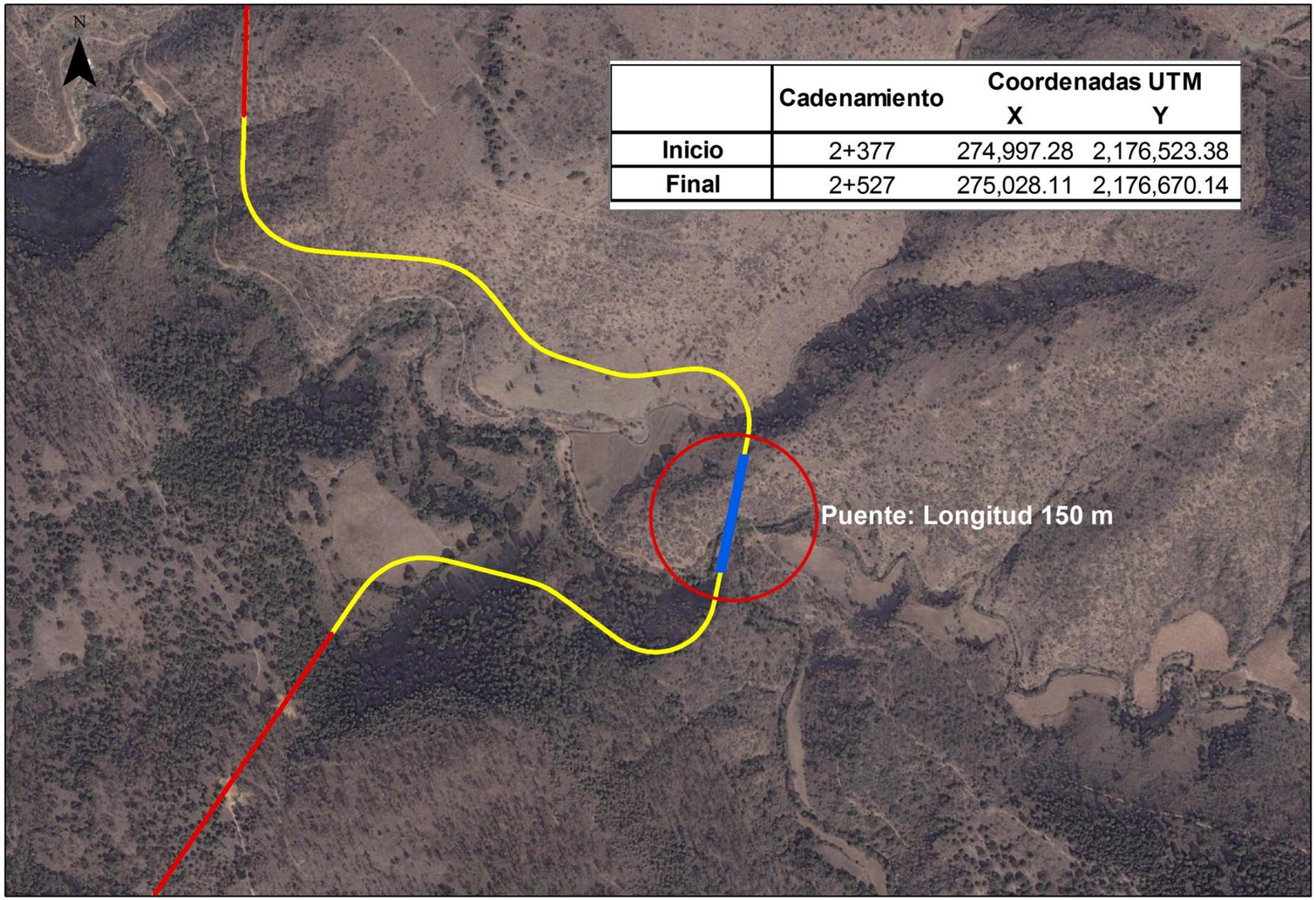


Figura II. 20. Planos del puente.



	Cadenamiento	Coordenadas UTM X	Y
Inicio	2+377	274,997.28	2,176,523.38
Final	2+527	275,028.11	2,176,670.14

Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Municipio de Morelia en el estado de Michoacán de Ocampo

Simbología
- Túnel
- Puente
- Libramiento Sur segunda etapa

Proyección UTM Zona 14 N
Datum WGS84
0 4,450 8,900 17,800
Meters

Localización del proyecto



Localización del Puente

Figura II. 21. Localización del puente.

En resumen, los elementos anteriores en conjunto tienen las siguientes características

Tabla II. 8. Resumen de proyecto.

Concepto	Longitud (m)	Superficie a ocupar m^2	Superficie a ocupar (Ha)
Túnel 1	448.01	2596.14	0.260
Túnel 2	733.14	2751.92	0.275
Puente	150	1842.97	0.184
Proyecto a cielo abierto	2931.85	35913.41	3.591
Casa de Maquinas	N/A	1443.07	0.144
Total (Ha)	**4263**	**44,547.51**	**4.455**

Obras Hidráulicas

De acuerdo con los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos se construirán 8 obras hidráulicas para el correcto funcionamiento de la carretera, así como para no alterar el comportamiento de los actuales escurrimientos superficiales y no modificar el patrón hidrológico superficial de la cuenca. Para ello además de las obras necesarias como lavaderos, cunetas, bordillos, etc. se construirán obras de mayor tamaño como bóvedas, tubos de concreto y puentes, de éstas la de mayor magnitud sería el puente del cual se habló anteriormente.

De acuerdo con los ciertos criterios mencionados en el Anexo 2 del presente estudio “Propuesta de Ubicación de Pasos de Fauna”, algunas estructuras —incluyendo el puente— serán adecuadas como pasos de fauna.

La relación y posible localización de las obras hidráulicas consideradas para el proyecto se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla II. 9. Características de las obras hidráulicas

Obra	Cadenamiento	Coordenadas UTM		Requiere adecuación a paso de fauna
		X	Y	
Tubo de concreto de 1.5 m	0+480.00	273,606.99	2,176,444.80	no
Bóveda 3.0 x 3.0	0+550.00	273,664.62	2,176,366.13	no
Tubo de concreto de 1.5 m	0+860.00	273,961.50	2,176,415.73	no
Bóveda 4.0 x 4.5	1+300.00	274,207.35	2,176,101.77	si
Tubo de concreto de 1.5 m	1+940.00	274,603.69	2,1765,89.62	no
Puente de 150 m	2+377.00	275,008.62	2,1765,74.07	si
Bóveda 4.0 x 4.5	2+640.00	275,042.18	2,176,786.85	si
Tubo de concreto de 1.5 m	3+395.55	274,399.20	2,177,056.73	no



Figura II. 22. Localización de las obras hidráulicas

II.2.1.1.- Dimensiones del derecho de vía

El trazo del presente proyecto tendrá una afectación sobre áreas urbanas, áreas de cultivo y áreas con cobertura vegetal. El libramiento tendrá una longitud total de 4,263 m y un derecho de vía de 40 m, por lo que la superficie total del proyecto es de 17.052 Ha, que no debe ser confundida con la superficie total de afectación, dado que el derecho de vía no será desmontado ni ocupado por la infraestructura carretera en su totalidad, como se puede observar en el siguiente apartado.

II.2.1.2.- Superficies de intervención.

La construcción de este proyecto implica la afectación de espacios que estarán ocupados por las obras y actividades relacionadas. El desglose de dichas afectaciones por los distintos conceptos de obra se establece en la siguiente tabla.

Tabla II. 10. Afectaciones por concepto del proyecto

NO.	Uso de suelo y vegetación	SUPERFICIES POR CONCEPTO/OBRA (m^2)						%
		Casa de máquinas	Libramiento	Puente	Portales	Total (m^2)	Total (ha)	
1	Matorral subtropical		12,242.98	1,762.64	2,442.64	16,448.26	1.645	36.92
2	Bosque de encino		12,806.06		1,602.05	14,408.11	1.441	32.34
3	Agropecuario	1,438.95	8,109.47		1,300.32	10,848.74	1.085	24.35
4	Zona urbana	4.12	2,631.48		3.05	2,638.65	0.264	5.92
5	Caminos		123.43	29.07		152.50	0.015	0.34
6	Vegetación riparia			51.25		51.25	0.005	0.12
	Total	1,443.07	35,913.42	1,842.96	5,348.06	44,547.51	4.455	100.00

I.2.1.3.- Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

Se puede llegar a los diferentes frentes por dos alternativas principales. Del lado de Jesús del Monte se puede accesar por la Avenida Circuito Montaña Monarca a la altura del centro comercial Paseo Altozano. Del lado de Morelia, se puede acceder por la Avenida Baltazar Echave y las calles aledañas a ésta.

II.2.1.4.- Programa general de trabajo

La construcción del proyecto tendrá una duración estimada de 24 meses y se pretende comenzar con las obras en cuanto se tengan todas las autorizaciones correspondientes.

El cronograma general de trabajo que se presenta a continuación, incluye además de las principales actividades del proyecto, la ejecución de medidas de protección ambiental, mismas que se desarrollan en el Capítulo VI de este estudio de impacto ambiental y en sus Programas Anexos; evidenciando que el componente ambiental forma parte integral del proyecto desde su inicio.

Por otra parte, no se incluye el programa de mantenimiento ya que la actividad es periódica, relacionándose con la ocurrencia de daños eventuales a la obra y de forma permanente mientras el proyecto se encuentre en operación.

Tabla II. 11. Programa general de trabajo. Diagrama de Gantt.

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO																	
Actividades	Primera etapa: Maduración del proyecto				Segunda etapa: Construcción												
	Trimestres				Meses												
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Estudios de factibilidad técnica, económica y financiera, proyecto ejecutivo y adquisición del derecho de vía.																	
Licitación y adjudicación de la obra																	
Lineamientos durante la estadía del personal en la obra																	
Programa de restauración ecológica																	
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre																	
Desmonte																	
Despalme																	
Nivelaciones																	
Obras de drenaje menor y mayor																	
Construcción de terracerías, subyacente, sub-base, colocación de carpeta																	
Construcción de los túneles																	
Construcción del puente																	
Programa de conservación y restauración de Suelos																	
Medidas de Mitigación del Impacto Ambiental																	

II.3. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Proceso constructivo.

En este apartado se describen las acciones y especificaciones más relevantes que se llevarán a cabo para la construcción del tramo carretero, en lo referente al diseño geométrico y número de carriles, de acuerdo a la SCT. La construcción de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo implica una serie de actividades que impactarán en menor o mayor grado al medio ambiente; a continuación se indican las principales actividades.

Preparación del sitio.

En esta etapa se efectuará la señalización del tramo que será intervenido, procediéndose al desvió de la circulación si es necesario en los frentes de obra. Posteriormente se ejecutan los programas de: *Acciones de conservación y reubicación de fauna silvestre,* y se dará inicio a algunas de las actividades del *Programa de restauración ecológica* y *del Programa de Conservación y restauración de suelos,* así como de las medidas precautorias específicas indicadas en el capítulo VI de este documento.

Desmonte.

Esta actividad corresponde a la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía; específicamente en el área donde quedará alojado el cuerpo del proyecto y en las áreas que se destinen para instalaciones fijas y provisionales. Las

actividades para remover la cubierta vegetal son; tala, roza, desenraice y limpia, y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte y su tiro en los sitios que establezca la autoridad local competente y que cuenten con autorización para ello.

Cabe señalar, que la actividad de desmonte se realizará manualmente, y de manera posterior a la implementación de las actividades de rescate de especies de flora susceptibles para tal efecto.

Despalme:

Con la intención de remover el material superficial del terreno, por lo regular de tipo orgánico, se procederá a retirar el horizonte en una profundidad de hasta 0.5 m dependiendo de las condiciones del suelo. Ello con el fin de realizar el desplante de las terracerías del proyecto. Posteriormente, el terreno natural de acuerdo con los estudios de laboratorio deberá cumplir las características necesarias para el desarrollo del proyecto, que de no ser así, deberá ser compactado a un 90% de su P.V.S.M. (Peso Volumétrico Seco Máximo)

En su mayoría, estos trabajos se realizarán con maquinaria, pero en caso de ser necesario se realizarían de forma manual. El material resultante será transportado a sitios temporales, para posteriormente ser utilizado en el arrope de los taludes, cortes y terraplenes, propiciando así la regeneración vegetal para evitar la erosión de los mismos.

Obras de drenaje menor y mayor

De acuerdo con los estudios y análisis hidrológicos e hidráulicos realizados, se tiene prevista la construcción de ocho obras de drenaje, garantizando con ello la

no afectación del patrón de escurrimientos superficiales dentro de la Cuenca del Río Chiquito.

Antes de iniciar la construcción de las terracerías y el cuerpo del pavimento, se deberán construir las obras de drenaje menor y mayor proyectadas. Éstas constarán en tuberías de concreto reforzado y bóvedas, cuyas dimensiones estarán en función del diseño hidrológico e hidráulico.

Las obras de drenaje serán construidas dentro del derecho de vía y el proceso constructivo iniciará con una excavación manual o mecánica, asegurando que se traspase la capa permeable, lo cual puede ocurrir a una profundidad variable.

El material producto de la excavación se aprovechará para la protección de las alcantarillas. Concluidas tales obras, deberán cubrirse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante el resto de la obra.

El zampeado se construirá de mampostería de 3ª clase, juntando la piedra con mortero de arena-cemento 1:5 de 30 cm de espesor, y se utilizará para el recubrimiento de cunetas de acuerdo al proyecto de cada una de las alcantarillas, entre otras funciones.

De igual manera, cuando la topografía o la presencia de escurrimientos superficiales lo demanden, se construirán bóvedas que permitan que los escurrimientos superficiales existentes continúen con su cauce, así como para permitir la interacción de estos con nuestras obras de drenaje.

Cortes y Terraplenes

De acuerdo con el proyecto ejecutivo y la curva-masa resultante de las condiciones topográficas del terreno, se realizarán ya sea rellenos o cortes para dar las características necesarias al proyecto. Para ello en el caso del material

resultante de los cortes, si éste cumple con las especificaciones de diseño del pavimento, se utilizará en la construcción del cuerpo de terraplén, y el material faltante podrá ser adquirido en los bancos de materiales comerciales existentes en la región, y que cuenten con autorización en materia ambiental para tal efecto (Tabla II.12).

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

Al material grueso no compactable se le dará un tratamiento de bandeado para aumentar su acomodo. Este material únicamente servirá para formar el cuerpo de terraplén, construyéndose por capas sensibles horizontales, con un espesor aproximadamente igual al de los fragmentos; se dará como mínimo tres pasadas a cada punto de la superficie con tractor de orugas de por lo menos 36 toneladas

El material sobrante resultado de los cortes será transportado a los sitios de tiro que establezca la autoridad local competente y que cuenten con autorización para tal efecto.

Construcción de la estructura del pavimento

Los pavimentos que se emplearán en la construcción del libramiento serán realizados con concreto hidráulico. Para ello, las capas deben ser estructuradas conforme al diseño del pavimento del proyecto constructivo, de acuerdo con lineamientos establecidos en la norma N-CTR-CAR-1-04-009/06 de la SCT. Para el cálculo de las características del pavimento se deberá realizar un análisis

considerando que se proyecta un TDPA de 16,172 vehículos, para una vida útil de 20 años. Para la construcción de éste se deberán de tomar en cuenta elementos necesarios como juntas, curado del concreto y características del acero de refuerzo, además del espesor y resistencia del concreto definidos en el diseño de pavimentos del proyecto.

Tabla II. 12. Bancos de materiales.

Banco numero	Nombre	Km.	Desviación	Fecha de estudio	Fecha de actividad	Tipo de propiedad	Tipo de material	Tratamiento	Volumen (1000 M^3)	Espesor Despalme (M)	Usos prob.	Uso expl.	Restricción ecológica	Aspectos económicos
53	San Lorenzo	007+100	I 03200	may-04	may-04	Part.	Basalto	TTC	50	0.5	6-8-10	NR	NE	Conve.
22	El Colegio	008+000	I 01200	dic-02	oct-09	Part.	Basalto	TT	50	0.7	1-2-5-6-8	SR	NE	Conve.
80	Mesón nuevo	014+250	I00300	may-04	oct-09	Part.	Basalto	TTC	50	0.5	1-2-5-6-8	SR	NE	Conve.

Fuente: Inventario de bancos de materiales 2010, de la SCT.



Figura II. 23. Localización de los bancos de materiales.

Construcción de estructuras (puente)

De acuerdo a las condiciones del proyecto, es necesaria la construcción de un puente para cruzar el Río Chiquito. Este puente tendrá una longitud de 150 m de largo y se encontrará ubicado entre los cadenamientos 2+377 y 2+527, así como entre las coordenadas X=274,997.28011171 Y=2,176,523.37962622 y X=275,028.11055776 Y=2,176,670.1390497.

Previo a la construcción del puente se delimitará el espacio con una lona o malla para evitar la dispersión de polvos finos. Posteriormente se procederá a la transportación del equipo e insumos necesarios para la construcción, utilizando los caminos de acceso a la obra o los terraplenes propios del proyecto.

Una vez que el equipo se encuentre en el sitio, se procederá a la excavación hasta el nivel del desplante de la cimentación de los apoyos, paralelamente se llevará a cabo el acarreo de materiales y la habilitación de aceros, así como, la preparación de mezclas. Se habilitarán las cimbras, y al finalizar el armado y el habilitado de acero se continuará con la preparación, transporte, manejo y vertido de mezclas. Posteriormente se procederá al colado de los diferentes elementos estructurales de la cimentación, así como a la colocación o colado de los apoyos y subsiguientemente el izado y colocación de la superestructura. Finalmente se construirán las banquetas, parapetos y cinta asfáltica de estos puentes.

Túneles

Debido a las condiciones del terreno, será necesaria la construcción de dos túneles, de los cuales ya se mencionaron sus características en el apartado II.2.1. del presente Capítulo.

Los resultados del Índice de la Calidad de la Roca, QRD por sus siglas en inglés

de los ensayes de compresión simple efectuados en las muestras de roca intacta y de las condiciones geológico-geotécnicas, se realizaron las clasificaciones geomecánicas (RMR) para cada uno de los túneles. Con base en la calidad de la roca, el claro del túnel y el tipo de obra, se diseñó el soporte, el cual consistirá en una capa de concreto lanzado, reforzado con fibras metálicas con espesor de 100 mm, f´c = 200 kg/cm^2 y anclas de acero de 4.5 y 6 m de longitud de 38.1mm de diámetro, con capacidad mínima de 36 ton., los cuáles irán en patrón cuadrado. Para las tablas (paredes laterales), se utilizará además del concreto lanzado, anclas de varilla corrugada cementadas con mortero de cemento-arena de f´c=200kg/cm^2, con placa tipo domo. Las características de estos elementos y las medidas a tomar para favorecer la estabilidad del túnel se mencionan a continuación.

- Revestimiento de concreto lanzado de 10 cm de espesor, reforzado con fibras en su primer etapa y refuerzo con malla electrosoldada en el resto.
- Refuerzo mediante anclas de fricción de 38.1mm de diámetro y de 4.5 en las paredes o tablas y de 6 m de longitud en la bóveda, colocadas en forma radial con un patrón de 1.60 X 1.60 m
- Perforación de drenaje corto para alivio de presiones en el respaldo de concreto lanzado
- Perforación de drenaje largo sistemático de 6 m de longitud en patrón intermedio respecto a las líneas de anclaje. Serán barrenos de 3“ de diámetro.
- En portales y zonas de intersección con fallas o estructuras geológicas se colocarán marcos metálicos con separación a cada 0.75m a 1m en la longitud requerida.
- El revestimiento secundario, será a base de concreto hidráulico de f´c= 250 kg/cm^2.

ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS CERCANAS A LOS TUNELES DEL LIBRAMIENTO SUR DE LA CIUDAD DE MORELIA Y SU INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACION DE LAS OBRAS

En la porción norte de la zona donde se emplazará la segunda etapa del libramiento sur en la Ciudad de Morelia, se encuentra la falla regional normal Acambay–Morelia, cuyo rumbo es sensiblemente E-W y buza hacia el norte; esta falla se ha denominado también como Falla “La Paloma”. En esta misma zona se ha inferido también la presencia de una falla con rumbo NW-SE alineada con la cañada del Río Chiquito.

La falla regional forma parte del sistema de fallas de Cuitzeo, que en la región lo constituyen las fallas de Morelia, conocidas localmente como falla Santa María, Morelos y Cointzio. Estas son fallas normales escalonadas con rumbo NE-SW que junto con las de Queréndaro comparten las mismas características estructurales.



Figura II. 24. Localización de las Fallas

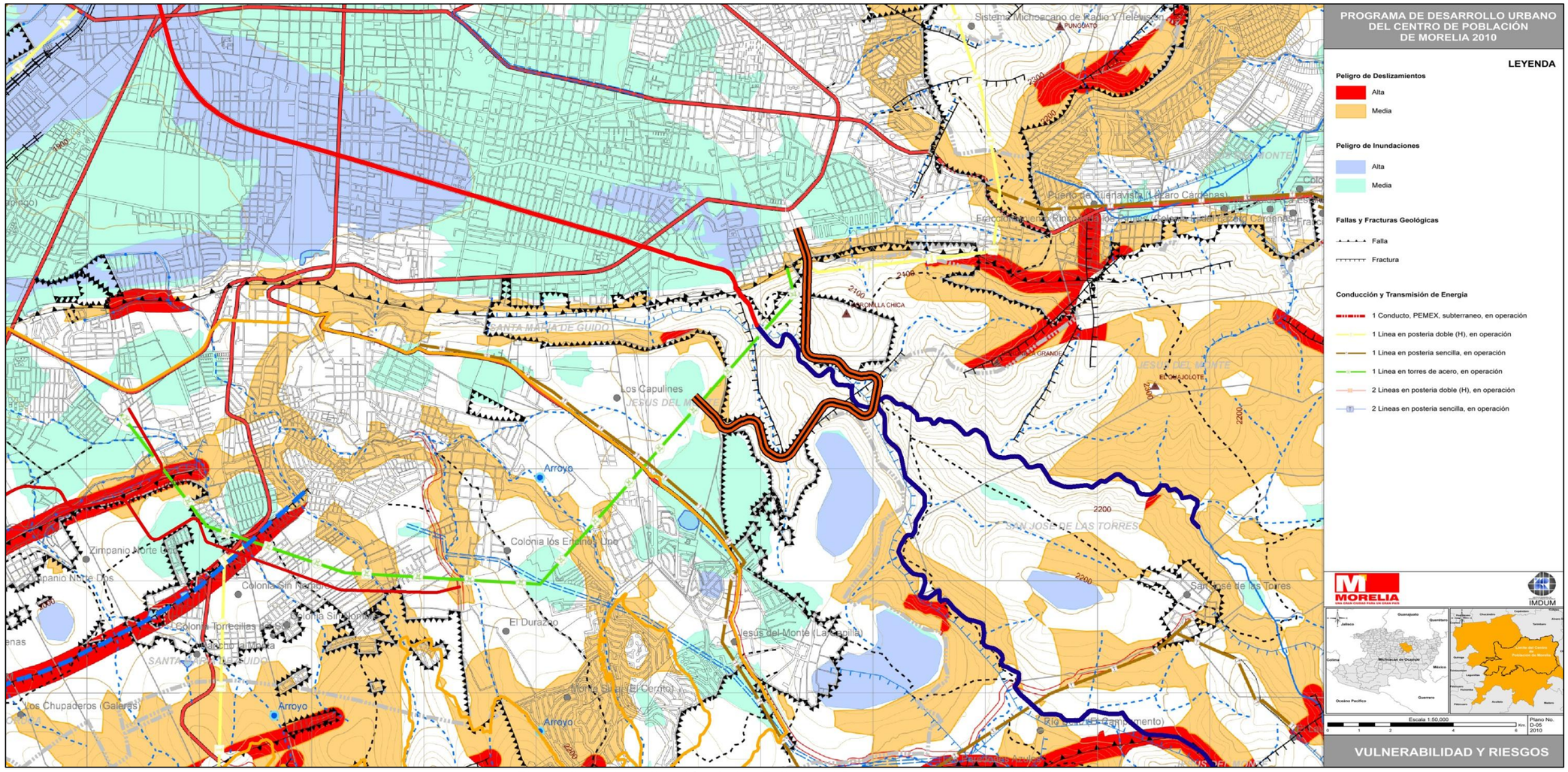


Figura II. 25. Localización de las Fallas y el Proyecto de acuerdo al PDU

Con relación al proyecto de libramiento, la falla regional La Paloma se ubica cerca del portal de salida del Túnel II, y la falla del Rio Chiquito entre el portal de salida del Túnel I y el portal de entrada del Túnel II. Es importante hacer notar que por la ubicación de las fallas, no se prevé afectación alguna al trazo de los túneles o sus portales, pues estas atraviesan el libramiento únicamente en la calzada que se construirá en superficie, como se observa en la figura anterior.

La existencia de estas fallas geológicas no pone en riesgo al libramiento y sólo debe considerarse el cruce con la falla local menor del Rio Chiquito, para revisar la posible franja de afectación y definir localmente el desplante de la calzada.

Aunque se aprecian geomorfológicamente alineamientos locales en dirección NEE-SWW que incluso atraviesan al Túnel II diagonalmente, siendo el principal en donde se encuentra la cañada arriba del km 3+660, estos no presentaron en campo evidencias de que fuesen fallas, en parte por la escases de afloramientos donde pudiera corroborarse; sin embargo es posible que estén asociados a fallas secundarias o a los sistemas de fracturas de las familias 6 y 7. En todo caso, en los proyectos de los túneles se han tomado las previsiones geotécnicas de diseño de excavación y soporte primario en estos sitios, para que durante la construcción no se tengan mayores problemas de estabilidad. En los últimos 50 m del Túnel II se proyectó un sistema de enfilaje a base de micropilotes, lo anterior para asegurar la estabilidad del portal y los últimos metros del túnel. Sin embargo, antes de iniciar la excavación de los túneles se revisarán las condiciones en las que se encuentra el macizo rocoso por la proximidad de la zona de influencia de la falla regional, realizando exploración directa complementaria para verificar su calidad geomecánica, la cual según la exploración geofísica realizada es aparentemente buena en términos generales.

Debe aclararse que la presencia de fallas no imposibilita la construcción de los

túneles ni pone en riesgo su operación y estabilidad durante su vida útil; sin embargo deben tomarse en cuenta durante la construcción por ser zonas de debilidad del macizo rocoso, donde éste reduce su calidad mecánica, por lo que en los proyectos de los túneles se han diseñado para estas zonas los métodos constructivos, de soporte y tratamientos adecuados para garantizar su estabilidad.

En el país existe un gran número de túneles que han atravesado fallas, en los que se ha adoptado diversos procedimientos constructivos y de soporte para su estabilización definitiva, después de los cuales no han ocurrido incidentes de importancia ni durante su construcción, ni en su operación.

Es importante señalar que en materia de impacto ambiental este hecho no constituye ninguna afectación a factores del ambiente, ni a procesos ecológicos de los cuales dependa la integridad funcional de los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, ya que la obra carretera en ningún momento incrementará el riesgo de sismicidad, ni mucho menos el acelerar la actividad de estas condiciones geológicas.

Las condiciones geológicas presentes, deben ser identificadas con el objeto de buscar técnicas constructivas que aseguren la estabilidad estructural de la obra desde el punto de vista de seguridad, sin que esto conlleve una afectación directa en términos estrictamente ambientales.

El proceso constructivo para los portales es el siguiente:

Primeramente deberá realizarse el trazo y nivel del eje de la excavación, y a continuación delimitar las excavaciones con los “ceros” de los cortes a realizar en los portales de entrada y salida.

La excavación de los portales se realizará con base en cortes horizontales que le permitan la colocación de los sistemas de soporte y drenaje, tales como el

concreto lanzado, la perforación y colocación de anclas; barrenos para los drenajes profundos y superficiales.

Construcción de los sistemas de drenaje superficiales de los taludes frontales y laterales, estarán formados por cunetas, contra-cunetas, bordillos y demás obras asociadas para la correcta canalización de los escurrimientos superficiales.

Se llevará a cabo la colocación de las anclas de borde para el pre-anclaje en la zona en la que se ubicarán los túneles, previo al inicio de la excavación de los túneles.

Posteriormente se procederá a la excavación de los túneles a partir de los portales, teniendo en cuenta los puntos antes mencionados para el soporte del túnel, en función de la calidad de la roca.

Una vez realizada la excavación, se deberán realizar las siguientes actividades:

- Amacice y apuntalamiento temporal de las excavaciones, cuando se requiera.
- Colocación de los sistemas de soporte y drenaje.
- Alumbrado y ventilación.
- Conservación de la zona de excavación.
- Carga del material producto de las excavaciones.
- Acarreos totales.
- Descarga del material en los sitios de almacenamiento o bancos de desperdicio.
- Bombeos totales.
- Relleno de sobreexcavaciones.

Posteriormente se procederá a la colocación del revestimiento definitivo y a la construcción del cuerpo del pavimento y de las instalaciones del túnel.

Obras adicionales.

Para la construcción del proyecto **no se requerirá de la apertura de caminos de acceso**, lo anterior por estar inmerso dentro de la zona urbana del sur de la Ciudad de Morelia, y por ello se utilizarán las vialidades existentes para el acceso a los frentes de obra, tales como el Circuito Montaña Monarca y la Avenida Baltazar Echave, así como por las calles aledañas a ésta última.

Para llegar al sitio donde se tendrán los portales de los túneles y al puente, se utilizará el terraplén del propio proyecto conforme se vaya avanzando, por lo que no habrá necesidad de habilitar otros caminos de acceso, con lo cual se reducirá la superficie de ocupación del proyecto y sus consecuentes afectaciones.

Obras y actividades provisionales

Siendo que este proyecto se ejecuta en su totalidad dentro de los límites de la Ciudad de Morelia y en las inmediaciones de localidades como Jesús del Monte y Santa María, entre otras, no será necesario instalar campamentos temporales.

Se colocarán almacenes para materiales industrializados y patios de maquinaria, así como las plantas dosificadoras de concreto asfáltico e hidráulico y planta de triturados. Estas instalaciones serán provisionales, construidas con materiales prefabricados para facilitar su montaje y desmontaje, y estarán ubicadas dentro del derecho de vía de la carretera, en áreas que carezcan de cobertura forestal.

Eventualmente pueden ser necesarios sitios de acopio temporal de materiales, restos de obra y productos menores del desmonte y despalme. Éstos se instalarán

de manera provisional también en áreas desprovistas de vegetación. Una vez terminada la construcción del proyecto, las instalaciones provisionales serán desmanteladas y retirarán del sitio; se recuperará el material aprovechable y se limpiarán las áreas en donde se ubicó dicha infraestructura de apoyo.

La contratación, alquiler, colocación y mantenimiento de las letrinas portátiles que se han de instalar en el frente de trabajo, a razón de 1 por cada 15 trabajadores, se incluyen en este concepto.

Otros espacios necesarios son:

- Áreas de maniobra.

  Las áreas para los patios de maniobras serán espacios ubicados en la proximidad del frente de trabajo. Por ello los sitios serán elegidos y ocupados a medida que la obra avance preferentemente en lugares que después serán ocupados por la construcción.

II.4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.4.1. PROGRAMA DE OPERACIÓN

La operación de la carretera se realizará de acuerdo con la normatividad de la SCT, que establece que se ofrezca a los usuarios todos los servicios necesarios para transitar con seguridad, comodidad, y con los dispositivos disponibles, instalaciones y lugares de abastecimiento para satisfacer los requerimientos respecto al uso de la carretera.

II.4.2. Programa de mantenimiento

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes aplica la normatividad y lineamientos de la Dirección General de Conservación que establece y especifica los procedimientos para la operación y trabajos de mantenimiento que deben realizarse en las carreteras federales.

En general, para todo el proyecto deberá de existir mantenimiento preventivo y correctivo rutinario, consistente en el bacheo y eventual reparación de tramos de carpeta asfáltica, barreras, cunetas, contracunetas, canales y lavaderos; la limpieza y desazolve periódico de las obras de drenaje, reposición y repintado de defensas, postes y fantasmas, así como limpieza y mantenimiento del derecho de vía.

Las actividades de mantenimiento rutinario se programan y ejecutan por lo menos cada año con el objeto de preservar el tramo carretero y propiciar una operación económica, eficiente y segura. Las actividades más relevantes son la reparación de pavimentos y obras de drenaje, cuyos daños se deben fundamentalmente al continuo paso de vehículos pesados, la exposición a eventos climáticos, y la socavación producida por las corrientes extraordinarias. Se considera que debe existir mantenimiento y reposición del señalamiento vertical y horizontal.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuenta con varios lineamientos para el mantenimiento y conservación de túneles, para ello lo divide en diferentes tipos de obras. Existen varias normas que se deben tomar en cuenta en lo referente al mantenimiento, estas se dividen en varias clases y se mencionan a continuación.

En el caso de mantenimiento rutinario se consideraran las normas N·CSV·CAR·2·04·001/01 y N·CSV·CAR·2·04·002/01.

Lo referente al mantenimiento periódico se menciona en las normas N·CSV·CAR·3·04·001/02 y N·CSV·CAR·3·04·002/02

En caso de ser necesario obras de reconstrucción o reparación de algunos equipos están las normas N·CSV·CAR·4·04·001/02 y N·CSV·CAR·4·04·002/02.

Los elementos a los cuales se debe procurar dar mantenimiento en el caso del túnel son:

- Camino de servicio para el túnel.
- Drenajes.
- Impermeabilizaciones.
- Elementos de sostén.
- Revestimientos funcionales.
- Demarcaciones y señalizaciones.

En lo referente a los equipos e instalaciones propias del túnel para el programa de mantenimiento, se considerarán los tiempos recomendados por los fabricantes, ya sea para el mantenimiento o reemplazo de dichos equipos para mantenerlos funcionando en óptimas condiciones. Dentro de estos se encuentran los siguientes conceptos.

- Abastecimiento de energía.
- Iluminación.
- Ventilación.
- Alarmas y equipo de extinción de incendios.
- Sistema de comunicaciones.

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

II.5. REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS

II.5.1. PERSONAL

El personal requerido para la realización de la obra será contratado principalmente en Morelia y localidades cercanas, esto con la finalidad de favorecer el desarrollo de la economía local

Para el desarrollo del proyecto se necesitará de mano de obra calificada y no calificada. El tipo de contratación será temporal o permanente en algunos casos. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se requerirá de personal de diversos oficios y aptitudes.

La cantidad, especialidad y tiempo de ocupación estimada depende de la contratación de cada empresa a la que se le asigne cada obra, en la tabla siguiente se indica el personal básico necesario, de manera enunciativa más no limitativa:

TABLA II. 13. Requerimientos de personal.

TIPO DE EMPLEO	TIPO DE CONTRATACIÓN	N° DE EMPLEADOS
Director de obra.	Permanente	1
Gerente de obra	Permanente	1
Superintendente	Permanente	2
Residentes de obra	Permanente	2
Topógrafos	Permanente	9
Mecánicos	Permanente	7
Operadores de Maquinaria	Permanente	18
Administradores	Permanente	6
Técnicos especialistas	Temporal	16
Soldadores	Temporal	10
Laboratoristas	Temporal	6
Albañiles	Temporal	32
Fierreros	Temporal	12
Electricistas	Temporal	6
Ayudantes	Temporal	65

II.5.2. INSUMOS

De acuerdo con la curva-masa de proyecto se podrán aprovechar los suelos y materiales provenientes de los cortes para la realización del cuerpo del terraplén, capa subrasante y sub-base, cuando estos cumplan con las condiciones necesarias para su aprovechamiento; para lo cual se les deberá de dar un tratamiento previo, que consistirá dependiendo del caso en lavado, cribado y/o triturado.

En caso de requerir material adicional, éste se obtendrá de bancos autorizados. Para la sub-base hidráulica y los agregados para el concreto hidráulico, se comprará material en bancos autorizados que sean recomendables de acuerdo con el estudio de geotecnia y que cuenten con la autorización respectiva, y estándares de control de calidad de acuerdo a la normativa de la SCT.

Los materiales industrializados para la construcción deberán suministrarse desde sitios en los que existan proveedores autorizados, al igual que el cemento, concreto, viguetas y aceros de refuerzo, drenes de plástico, aditivos, pinturas, y señales, entre otros.

La energía eléctrica se contratará con la Comisión Federal de Electricidad. No se prevé inconveniente dada la localización urbana del proyecto.

El agua para el consumo humano se abastecerá al personal mediante garrafones de 20 litros que serán consumidos a voluntad.

El agua cruda para la construcción de la vía se aportará al sitio mediante pipas o bien bajo toma regulada y contratada con la Comisión Estatal del Agua.

Los vehículos de obra serán abastecidos en las estaciones de servicio cercanas a los frentes de obra y se acarreará el combustible para la maquinaria fija, mismo que será distribuido por camiones orquesta o bien en recipientes de metal con

tapa a fin de evitar las pérdidas por evaporación y cualquier tipo de derrame.

Los materiales y sustancias que el proyecto requiere son, por lo menos los siguientes: materiales pétreos, agua, cemento, concreto, perfiles de acero, acero para armado, anclas de acero, aceites, combustibles y pinturas entre otros. Como se mencionó anteriormente, los pétreos y derivados habrán de adquirirse en bancos autorizados en materia de impacto ambiental, cuando no sea factible utilizar los materiales producto de la compensación de la curva-masa del proyecto.

II.6. RESIDUOS

Residuos sólidos

Derivado de las actividades humanas relacionadas con la obra, se prevé la generación de residuos de tipo doméstico, constituidos por restos de alimentos, vidrio, cartón, plásticos, latas de hierro y de aluminio así como otros empaques de diversos materiales. En los frentes de trabajo se colocarán tambos de 200 litros con tapa designados para la captación de estos desperdicios.

Por otra parte, se prevé la generación de residuos de tipo industrial tales como latas o contenedores de lubricantes, grasas y combustibles así como estopas y trapos impregnados con ellos. Éstos provienen de la limpieza y atención menor del equipo, maquinaria y vehículos. Estos residuos, que si bien por su cantidad no pueden considerarse como materiales peligrosos, sí serán acopiados temporalmente en contenedores exclusivos para ellos y entregados a recolectores

autorizados.

En los patios de maniobras, en caso de que se requiera mantenimiento del equipo, se deberá de establecer un sitio específico para ello. Todo residuo de tipo industrial, como filtros, mangueras o piezas de recambio, deberá de ser acopiado en un contenedor específico para ser entregados a recolectores autorizados.

Como se indicó, los residuos antes mencionados, todos ellos de tipo industrial, deberán de ser entregados a un recolector autorizado para su traslado, tratamiento y disposición final de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como las NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994.

A fin de evitar disposiciones inadecuadas o dispersión de residuos, el mantenimiento de maquinaria, autotransportes y equipos, incluyendo cambio de aceite y filtros, se realizará en talleres especializados, salvo en emergencias que deberán de ser atendidas en el sitio evitando derrames e impregnación del suelo, para lo cual se utilizarán lonas plásticas o geotextiles que permitan la posterior recolección de los hidrocarburos.

Aguas residuales

Para el manejo y disposición de residuos provenientes de los sanitarios de obra —de tipo Tronorent o similar, a razón de 1 por cada 15 trabajadores—se celebrará un contrato con una empresa especializada que se encargue de la instalación, recolección periódica, mantenimiento y movilización de estos accesorios en el frente de trabajo.

La generación de otro tipo de aguas residuales no está asociada con ninguna de

las etapas de este proyecto carretero, pues incluso el personal que labore en esta obra pernoctará en sus domicilios o bien en el área urbana de Morelia y localidades cercanas.

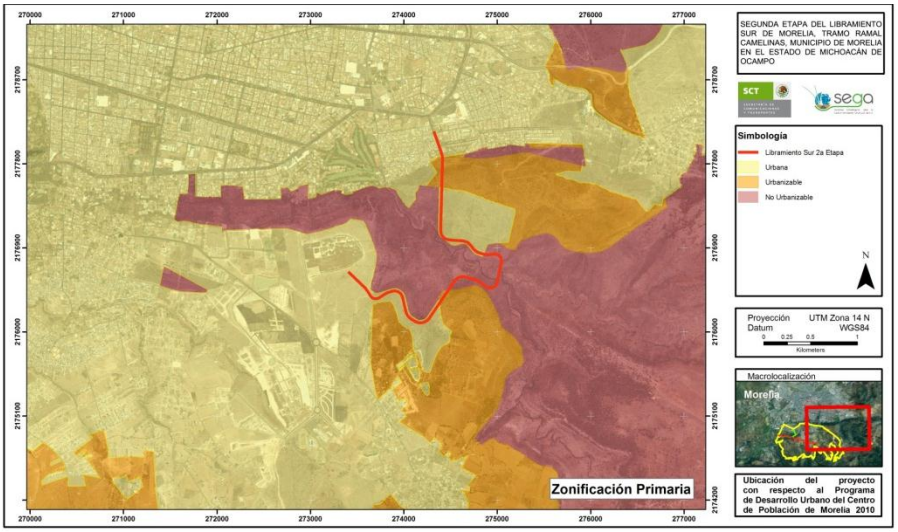
Emisiones a la atmósfera

Durante la construcción se generarán polvos y finos en casi todas las actividades. Se espera que éstos sean dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Esto puede implicar una molestia temporal a la gente que habita la zona, pero esta condición sería temporal.

La operación de esta carretera disminuirá el congestionamiento vial y con ello la emisión de gases contaminantes a la atmosfera. Por lo cual el proyecto se constituirá como un elemento vial que contribuye a reducir las emisiones de CO_2 que actualmente se presentan en la región.

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

sega

Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

CAPÍTULO III Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción III del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la siguiente información:

III. Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables en Materia Ambiental y, en su caso con la Regulación de Uso de Suelo

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece de manera puntual y detallada como el proyecto se vincula con los diferentes instrumentos de Política Ambiental y de planeación que ordena la zona donde se ubica el Proyecto, tales como:

- **Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo**
- **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cueca Del Lago De Cuitzeo, Michoacán de Ocampo**
- **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010.**
- **Áreas Naturales Protegidas**
- **Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del Río Chiquito, de Morelia Michoacán**
- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP),**
- **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP),**
- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)**

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**
- **Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental**
- **Ley General de Vida Silvestre**
- **Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal**
- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**
- **Normas Oficiales Mexicanas**

Lo anterior, a efecto de proporcionar a esa Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, los elementos de juicio que motivan y sustentan los preceptos más relevantes del proyecto en materia ambiental y que de esta forma, dicha Dirección General este en posibilidad de aplicar lo dispuesto en el Primero y Segundo Párrafo del Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que a la letra dice:

> ***ARTÍCULO 35*** *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*
>
> *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

ÍNDICE

III.1. Vinculación con planes y programas sectoriales 8

III.2 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, ... 23

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo. 25

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cueca Del Lago De Cuitzeo, Michoacán de Ocampo 46

III. 3 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010. . 50

III. 4. Áreas Naturales Protegidas. 70

III.4.1 Zona Protectora Forestal Vedada. 79

III.5 Regionalización del territorio en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 84

III.6 Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los tres niveles de gobierno. 89

III.6.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 89

III.6.2. Ley General de Vida Silvestre 98

III.6.3. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal 102

III.6.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 104

III.6.5. Normas Oficiales Mexicanas 107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1.Vinculación con Políticas sectoriales y propuesta de cumplimiento. ... 18
Tabla III. 2 Políticas y lineamientos de las UGAS aplicables del POEEM. 28
Tabla III. 3 Políticas y lineamientos de las UGA´s aplicables del POEEM. 34
Tabla III. 4. Lineamientos y objetivos del POEM. 36
El desarrollo del proyecto propuesto no modificará las condiciones ambientales de ecosistemas presentes en estas UGA´s ya que de acuerdo a la misma Tabla III. 5 “Políticas y lineamientos de las UGA´s aplicables del POEEM”, el uso del suelo actual existente corresponde a “Agricultura de Riesgo” para el caso de la UGA Agr-892 y Asentamientos Humanos para la UGA Ah-697, no incidiendo el trazo del proyecto dentro de estas UGA´s en ecosistema alguno que brinde servicios ambientales. 37
Tabla III. 6 Políticas y criterios de la UGA aplicable del POERCLCM. 49
Tabla III. 7 Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Protección Ambiental aledañas al trazo del proyecto. 70
Tabla III. 8. Vinculación con Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y propuesta de cumplimiento 90
Tabla III. 9. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y propuesta de cumplimiento. 94
Tabla III. 10. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre y propuesta de cumplimiento. 98
Tabla III. 11. Vinculación con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal y propuesta de cumplimiento 102
Tabla III. 12. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y propuesta de cumplimiento. 104

Tabla III. 13. Vinculación con el Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y propuesta de cumplimiento. 106
Tabla III. 14. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de SEMARNAT vinculadas al Proyecto. 108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Localización del Proyecto 24
Figura III. 2 Ubicación del proyecto con respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo 27
Figura III. 3 Afectación en las UGAS Agf895 y Agf864 31
Figura III. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las UGAS del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo 48
Figura III. 5 Ubicación del proyecto con respecto a la Zonificación Primaria del PDUCP 55
Figura III. 6 Ubicación del proyecto con respecto a la Zonificación Secundaria del PDUCP 60
Figura III. 7. Túneles en la Zonificación Secundaria 64
Figura III. 8 Estrategia vial del PDUCP que contempla la totalidad del trazo del proyecto 68
Figura III. 9. Áreas Naturales Protegidas Federales aledañas al proyecto 72
Figura III. 10 Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Protección Ambiental aledañas al proyecto. 73
Figura III. 11 Oficio SUMA No. SUMA-OS-0021-2011. 75
Figura III. 12 Plano topográfico del Parque Urbano Ecológico “Francisco Zarco”, firmado por el entonces Gobernador del Estado de Michoacán. 76

Figura III. 13 Obras contempladas en la proximidad al ANP “Francisco Zarco”.... 78
Figura III. 14 Zona Protectora Forestal Vedada de la Cuenca del Río Chiquito.... 81
Figura III. 15 Ubicación del proyecto y su SAR respecto de las RTP´s de la zona. 86
Figura III. 16 Ubicación del Proyecto y su SAR respecto las AICAS de la zona. .. 87
Figura III. 17 Ubicación del proyecto y su SAR respecto de las RHP´s de la zona88

En este capítulo se establece la congruencia del proyecto denominado **"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo"** con las pautas y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican al proyecto por su localización en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y, las características de sus especificaciones.

Como se ha mencionado en el curso del presente documento, el proyecto se desarrollará en el Municipio Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo.

Para la realización de este capítulo se emplearon fuentes de información de los ámbitos federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de intervención del proyecto. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir con los lineamientos que deben ser observados para la ejecución de la construcción de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, el cual consiste en una vialidad con una longitud de 4.263 km; contará con 2 túneles y un puente, éste iniciará el cadenamiento 0+000 en el entronque con el "Circuito Montaña Monarca" a la altura del centro comercial "Paseo Altozano", y termina en la avenida "Baltazar Echave" a la altura de la colonia "Ejidal Ocolusen" en el cadenamiento 4+263, en el municipio de Morelia, Estado de Michoacán. Asimismo, el objeto de este análisis jurídico tiene como finalidad el asegurar que no exista interferencia con planes y programas en materia ambiental y demás disposiciones que resulten aplicables.

III.1. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su Artículo 26 marca la obligatoriedad de elaborar un Plan Nacional de Desarrollo, al cual deberán sujetarse necesariamente todos los programas de la Administración Pública Federal. El Plan es un instrumento fundamental que guía y orienta el rumbo del Estado, no como un fin en sí mismo, sino como un medio para alcanzar los objetivos del desarrollo, que contribuya a la independencia y a la democratización política, social y cultural de la nación. En cumplimiento al Artículo 26 se elaboró el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 2007, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Planeación. El PND tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la presente administración deberán regir la acción del gobierno y serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales.

En el primer capítulo del PND se define al desarrollo humano sustentable como premisa básica para el desarrollo integral del país, así como los objetivos y prioridades nacionales, la segunda parte consta de cinco capítulos que corresponden a los cinco ejes de política pública de este Plan, que son: Estado de derecho y seguridad; Economía competitiva y generadora de empleos; Igualdad de oportunidades; Sustentabilidad ambiental; Democracia efectiva y política exterior responsable.

En el Eje 2 “Economía competitiva y generadora de empleos”, se asienta como una de las estrategias “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”. Con respecto a

la infraestructura para el desarrollo señala que esta 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.

El apartado 2.10 “Telecomunicaciones y transportes”, señala en su objetivo 14 que es necesario garantizar el acceso y ampliar la cobertura de la infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en todo el país y con el mundo, así como hacer más eficiente el transporte de mercancías y telecomunicaciones hacia el interior y exterior del país, de manera que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas comparativas con las que cuenta México.

Dentro de la estrategia 14.10 del PND, se contempla 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.

Actualmente es necesario buscar alternativas de solución para que el tránsito de paso no utilice vialidades que forman parte de la infraestructura vial urbana. Tomando en cuenta la alternativa propuesta, se requiere una nueva jerarquización vial que sea acorde a las características del tránsito que circula en la vialidad. Por lo tanto es claro que el proyecto propuesto resulta ser primordial para incrementar la infraestructura, servicios de transportes y comunicaciones para el Municipio de Morelia y las localidades colindantes, en beneficio de las actuales y futuras

demandas de este tipo de servicios que requiere una parte importante de la población.

Con esta obra se obtendrá:

- Resolver el problema de congestionamiento vial.
- Comunicar la zona sur de Morelia con el resto de la ciudad.
- Lograr una vía de comunicación lo más corta posible.
- La incorporación de la vialidad al paisaje, siguiendo la configuración natural del terreno a fin de evitar lo menos posible los cortes y las pendientes excesivas.
- Obtener una vialidad con el menor costo.
- Realizar las menores afectaciones ambientales.
- Contar con una vía de comunicación con las dimensiones estándar y que por consecuencia salva los puntos de seguridad, disminuye accidentes y también los tiempos de traslado.
- Incrementar la infraestructura vial del Municipio, que permita el desarrollo económico del mismo, existiendo factibilidad técnica constructiva, disponibilidad de materiales y recursos económicos para su construcción.
- Atender la demanda de la población de esa zona de Morelia de contar con una vialidad ágil y segura para los automovilistas.
- Los accesos viales con los que cuenta la zona Sur de la Ciudad de Morelia, que son La Paloma, Parque Juárez y La Casa de Gobierno, no cumplen con las características necesarias, para cubrir las necesidades del flujo

vehicular que se presenta en la parte sur del municipio de Morelia.

Esta obra participa al cumplimento del Plan Nacional de Desarrollo, documento rector del que se desprende la Misión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que, a través del proyecto en comento, busca continuar dotando al país de mejores sistemas de comunicación que hagan posible la unión de todos los mexicanos, promoviendo el desarrollo económico y social, de manera equilibrada y sostenida, con pleno respeto a las peculiaridades culturales y al medio ambiente.

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012, publicado en el Diario Oficial de la Federación el viernes 18 de enero de 2008, que estipula que el Sector Comunicaciones y Transportes es motor de la actividad económica, política y social de nuestro país. Lo anterior, 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 mismo tiempo que es un generador directo de empleos productivos.

En este programa se marca como prioritario continuar la modernización estratégica de la red carretera; la conectividad hacia las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos; la comunicación entre regiones con potencial de desarrollo a través de corredores interestatales; la preservación del patrimonio vial mediante el mejoramiento del estado físico de la red; así como la accesibilidad a comunidades aisladas.

Actualmente México tiene un índice de infraestructura que lo coloca por debajo de los países mejor evaluados de acuerdo con el Foro Económico Mundial. A fin de poder alcanzar la meta establecida en el proyecto de Gran Visión México 2030 el cual establece que: “*ubicarnos dentro del 20 por ciento de los países líderes en*

infraestructura", es una meta posible a efecto de que el sector sea más eficiente y moderno en su gestión, brindando servicios de mayor calidad, promoviendo mayores y mejores inversiones, así como garantizando el uso y aprovechamiento de la infraestructura.

Así, con el propósito de fortalecer la estructura sectorial que requieren las comunicaciones y transportes, el programa tiene como ***misión***:

> *"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".*

El proyecto propuesto mejorará la calidad, seguridad de la zona de estudio, fortalecerá el desarrollo turístico de la región, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto al Municipio de Morelia, como a otras localidades dentro y fuera de la entidad, así como el acceso a diferentes destinos de la zona, por lo tanto resulta claro que el proyecto en comento se **inserta y ajusta en el contexto de cada una de los objetivos, políticas, estrategias y principios** que se contienen en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, puesto que el Municipio contará con una carretera que ofrecerá mayor seguridad y accesibilidad a la población.

El Programa Nacional de Infraestructura (PNI) 2007-2012, que establece los objetivos, estrategias, metas y acciones para aumentar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura del país y que se deriva del Plan Nacional de

Desarrollo (PND) es un elemento fundamental para elevar el crecimiento, generar más y mejores empleos y alcanzar el desarrollo humano sustentable. Algunas de sus Estrategias son:

- *Completar la modernización de los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.*
- *Desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.*
- *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.*

Y las Metas 2012 son:

- *Construir o modernizar 17 mil 598 Km de carreteras y caminos rurales, incluyendo la terminación de 12 mil 260 Km que corresponden a 100 proyectos carreteros completos.*
- *Incrementar de 72% a 90% la red federal que opera en buenas condiciones conforme a estándares internacionales.*
- *Reducir el índice de accidentes de 0.47 a 0.25 por cada millón de vehículos-kilómetro.*

El proyecto de referencia se sumará al desarrollo carretero en buenas condiciones, conforme a estándares internacionales, para disminuir los accidentes,

mejorar la calidad, fortalecer el desarrollo turístico de la zona, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto al Municipio de Morelia, como a otras localidades dentro y fuera de la entidad, así como el acceso a diferentes destinos de la zona, por lo tanto resulta claro que el proyecto **encuadra y se adapta en el contexto de cada uno de los objetivos, políticas, estrategias y principios,** que se contienen en el Programa Nacional de Infraestructura, puesto que el Municipio contará con una carretera que ofrecerá mayor seguridad y accesibilidad a la población.

Aunado a lo anterior, **El PNI contempla esta obra como parte del "*Libramiento Sur Morelia"*** como parte de las carreteras de la Región Sur-Sureste, acorde con su estrategia número 3 que dice: "***dar atención especial a la construcción de libramientos*** *y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular*", en este sentido, la construcción de este libramiento es necesaria debido al alto crecimiento urbano que se ha dado hacia el sur de la Cuidad de Morelia, lo cual ha hecho que la infraestructura vial actual sea insuficiente para la comunicación del resto de la ciudad con esta zona. Cabe hacer notar que la red vial básica ha rebasado los límites del periférico o libramiento de la ciudad, extendiéndose normalmente conforme a los requerimientos de comunicación que plantean los nuevos asentamientos, por lo cual es necesario nueva infraestructura vial que cumpla con las necesidades que la sociedad requiere.

El Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Michoacán (2008 –2012). Se encuentra constituido por ocho ejes rectores que, como lo señala el documento:… *"Cada Eje Rector se desdobla en estrategias que definen un objetivo estratégico, como referente para la labor de gobierno. Cada estrategia, a su vez contempla las líneas de acción, las cuales facilitarán la definición de programas y la identificación de las funciones en las que cada dependencia del Ejecutivo deberá enfocar su Programa Operativo Anual, en el cual se registran las*

metas anuales a cumplir."

En su Segundo Eje Rector **Desarrollo económico interno y para la gente, sustentable con justicia y equidad** dispone que, hoy, el Estado de Michoacán reporta cifras económicas sin precedentes en temas de inversión nacional, internacional, exportaciones, mejora regulatoria y apoyo integral a las micro, pequeñas y medianas empresas. Al mismo tiempo, el Estado presenta desafíos en su entorno económico que requieren la participación de distintos sectores de la población michoacana a fin de alcanzar resultados sostenibles en la economía del estado.

Por lo anterior, es imprescindible impulsar una política económica viable que primero genere la riqueza que se requiere para alcanzar mejores niveles de vida para los ciudadanos.

El gobierno busca dinamizar la economía estatal a través del aprovechamiento de sus ventajas competitivas, a fin de atraer mayor inversión nacional e internacional, e incidir en la generación de más y mejores empleos.

Es indispensable aprovechar eficientemente los recursos de la entidad e impulsarla integración productiva de sus regiones y de sus principales actividades económicas, las cuales pueden mejorar sustancialmente a través de la inversión en infraestructura. Lo anterior, a fin de mejorar el índice de competitividad, pues ahora ubica a Michoacán en el lugar 29 respecto al resto de los Estados, solamente arriba de Chiapas, Guerrero y Oaxaca.

Por su parte, respecto a la estrategia de la **Infraestructura para la competitividad y el desarrollo,** establece que, la infraestructura de la red carretera y de caminos de Michoacán es de 12,885 kilómetros, distribuidos de la siguiente manera: 2,842 corresponden a carretera troncal federal; 2,978 kilómetros

son carreteras alimentadoras estatales; 3,065 kilómetros son caminos rurales, y 4,000 kilómetros corresponden a brechas mejoradas. Del total de kilómetros de la red estatal carretera y de caminos, solamente 7,079 kilómetros (55 por ciento) se encuentran pavimentados. Esta situación representa una debilidad para la comunicación intermunicipal e interregional por la desarticulación productiva, ya que municipios colindantes con otros Estados se encuentran más integrados, como proveedores de insumos y mano de obra, a la dinámica de sus actividades económicas, distintas a las locales.

La infraestructura carretera y de otras vías de comunicación tiene que concebirse en su lógica de integración y de conectividad para el desarrollo, pero también y de manera fundamental para la relación entre regiones, áreas poblacionales distantes, comunidades y personas. En otras palabras, se requiere construir una infraestructura de comunicaciones que genere competitividad en diversos sectores y mercados para que el Estado se convierta en pieza fundamental de la articulación productiva regional con otros estados, y comercial en la cuenca Asia-Pacífico, pero esta lógica del diseño intercomunicacional no puede desligarse del objetivo fundamental de integrar a la entidad desde el punto de vista estrictamente social y humano.

Ahora bien, el objetivo y las líneas de acción que se establece para la infraestructura carretera son los siguientes:

“Objetivo

“Impulsar la generación de infraestructura para elevar la competitividad estatal y el desarrollo local, mediante el fortalecimiento de la red de carreteras y caminos

rurales y de los servicios de comunicaciones y telecomunicaciones y de la creación de parques y corredores industriales."

Líneas de Acción

- *Construir vías de comunicaciones modernas y eficientes, que brinden seguridad en el traslado de la población, de insumos y de productos finales, por ello, se requiere invertir en la modernización y construcción de carreteras interestatales, estatales y caminos rurales …*
- *Elaboración de proyectos ejecutivos integrales para la realización de expedientes técnicos fiables y con alto contenido de certeza.*
- *Establecer un programa integral interinstitucional de obras y acciones, orientado a la creación de infraestructura en puntos y sectores estratégicos para el estado.*
- *Implementar una reingeniería logística en cadenas productivas por sus áreas de influencia con base en los trazos de las principales vías de comunicación."*

En relación con lo expuesto, el proyecto se vincula con esos ejes, objetivos, y líneas de acción, ya que mejorará las condiciones de vialidad actuales de la zona, haciéndola más rápida y segura para los usuarios, con lo que favorecerá la interconexión y el flujo de productos y mercancías a mercados regionales y nacionales y coadyuvará a la generación de empleos. Además de que fortalecerá, mejorará su infraestructura, operará dentro de un marco legal y regulatorio adecuado, y a su vez garantizando las pautas que rigen los principales instrumentos de política ambiental aplicables a la zona de pretendida ubicación del proyecto, así mismo, la puesta en marcha de esta obra permitirá aumentar el desarrollo de la zona sur de la Ciudad de Morelia la cual ha tenido un crecimiento considerable en los últimos años, muestra de esto es el proyecto Altozano, además de que obras como estas impulsarán la inversión en esta región

mejorando la economía y competitividad Estatal y Municipal, bajo un esquema de sustentabilidad.

Tabla III. 1.Vinculación con Políticas sectoriales y propuesta de cumplimiento.

Políticas Públicas Sectoriales	Cumplimiento
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 **Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos** 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. **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. La implementación de estas estrategias deberá contemplar las siguientes líneas de política: 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,	En concordancia El objetivo de este proyecto carretero es ampliar la infraestructura necesaria para mejor las condiciones de vialidad actuales de la zona, haciéndola más rápida y segura para los usuarios, con lo que favorecerá la interconexión y el flujo de productos y mercancías a mercados regionales y nacionales. Además de que fortalecerá, mejorará su infraestructura. Esto coadyuvará a la generación de empleos y a la comercialización de materias primas y productos, aumentando la competitividad económica; a mejorar la conectividad de la red carretera de Michoacán, en particular del Municipio de Morelia; a ampliar la capacidad vial de la carretera,

Políticas Públicas Sectoriales	Cumplimiento
puertos y fronteras. 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.	aprovechando la infraestructura carretera actual disponible; contribuirá a eliminar desequilibrios regionales; a generar empleos directos e indirectos bien remunerados e impulsar el potencial de desarrollo regional y estatal.
Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012 **Sección IV Líneas de Acción** **Estrategia 1.2.1.** Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país. Modernizar los corredores troncales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.	En concordancia El proyecto propuesto, modernizará la red de carreteras interregionales de Michoacán, comunicando dos zonas del Municipio de Morelia, así mismo mejorará la calidad, seguridad de la zona de estudio, fortalecerá el desarrollo turístico de la región, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto al Municipio de Morelia, como a otras localidades dentro y fuera de la

Políticas Públicas Sectoriales	Cumplimiento
	entidad, así como el acceso a diferentes destinos de la zona.
<u>Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012</u> **Estrategias** Completar la modernización de los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones. Desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones, así como la conectividad de la red carretera. Mejorar el estado físico de la infraestructura carretera y reducir el índice de accidentes. **Metas 2012** Construir o modernizar 17 mil 598 Km de carreteras y caminos rurales, incluyendo la terminación de 12 mil 260 km que corresponden a 100 proyectos carreteros completos. Incrementar de 72% a 90% la red federal	<u>En concordancia</u> El proyecto forma parte de la construcción de un libramiento en la Zona Sur del Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán y está contemplado en el PNI como parte de las carreteras de la Región Sur-Sureste, acorde con su estrategia número 3 que dice: "***<u>dar atención especial a la construcción de libramientos</u>*** *y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular*", en este sentido la construcción de este libramiento es necesaria debido al alto crecimiento urbano que se ha dado hacia el sur de la Cuidad Morelia. El proyecto de referencia, tiene una longitud de 4.263 km y de acuerdo con la clasificación de la SCT es de Tipo A2, y contará con 2 carriles de 3.5 m cada uno, uno por sentido y acotamientos de 2.5 m a cada lado, lo que hace un ancho de

Políticas Públicas Sectoriales	Cumplimiento
que opera en buenas condiciones conforme a estándares internacionales. Reducir el índice de accidentes de 0.47 a 0.25 por cada millón de vehículos-kilómetro.	corona de 12 metros, dentro de un derecho de vía de 40 metros y se sumará al desarrollo carretero en buenas condiciones, conforme a estándares internacionales, para disminuir los accidentes, mejorar la calidad, fortalecer el desarrollo turístico de la zona, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto al Municipio de Morelia, como a otras localidades dentro y fuera de la entidad, así como el acceso a diferentes destinos de la zona, por lo tanto resulta claro que el proyecto encuadra en el PNI, puesto que el municipio contará con una carretera que ofrecerá mayor seguridad y accesibilidad a la población. Ello mejorará la comunicación, dando continuidad al flujo vehicular y obteniendo una alternativa para evitar el tránsito por la Ciudad, contribuyendo también de esta manera a reducir las emisiones de contaminantes por el congestionamiento vial y el mejoramiento del confort sonoro.

Políticas Públicas Sectoriales	Cumplimiento
	Esto también reducirá los costos y tiempos de traslado de personas y mercancías.
El Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Michoacán (2008 –2012) **Estrategia Infraestructura para la competitividad y el desarrollo** el objetivo y las líneas de acción que se establece para la infraestructura carretera son los siguientes: *"Objetivo* *Impulsar la generación de infraestructura para elevar la competitividad estatal y el desarrollo local, mediante el fortalecimiento de la red de carreteras y caminos rurales y de los servicios de comunicaciones y telecomunicaciones y de la creación de parques y corredores industriales."*	En concordancia. La construcción del Libramiento Sur de Morelia, constituye un beneficio a la comunicación terrestre entre dos zonas de la Ciudad de Morelia; asimismo, contribuirá a que el Estado Michoacán mantenga una infraestructura carretera suficiente y moderna, y mejorará uno de los tramos carreteros con mayor aforo en una zona prioritaria para el desarrollo regional.

III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO,

Por la ubicación del proyecto, existen dos Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio que le son aplicables: el **Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo y el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cueca del Lago de Cuitzeo, Michoacán de Ocampo.**



Figura III. 1 Localización del Proyecto

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL DE MICHOACÁN DE OCAMPO.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo (POEEM), fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán de Ocampo el 11 de febrero de 2011.

Primeramente, se considera importante mencionar que de conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA** referente a los Programas de Ordenamiento Ecológico Locales, podemos destacar que, éstos son expedidos por las autoridades municipales, y en su caso del Distrito Federal, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, con el objeto de determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, de regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo y de establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

Ahora bien, el **POEEM**, dispone que, éste es de orden público e interés social, que es un instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable de la totalidad del territorio del Estado y tiene por objeto planear e inducir el uso del suelo y las actividades productivas en el Estado de Michoacán de Ocampo, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación de y aprovechamiento sustentable de los recursos.

El área de Ordenamiento Ecológico Estatal está conformada por una superficie de 58,994 km^2, misma que está integrada por los territorios de los 113 municipios que conforman el Estado y está constituido por 2,553 Unidades de Gestión Ambiental

(**UGA´s**), así mismo, define la política, los lineamientos ecológicos y objetivos que aplican en cada una de estas **UGA**´s.

A continuación se realiza un ejercicio de análisis para comprobar la zona del **POEEM** por la que pasa el proyecto, se verificará las políticas usos y lineamientos específicos que regula el instrumento para analizar si las obras y actividades que integran el proyecto son congruentes con lo que dispone dicho instrumento de política ambiental.

En este sentido, de conformidad con la ubicación del proyecto, se verificó en el mapa anexo al **POEEM** referente a la Región de Cuitzeo y se sobrepusieron las coordenadas geográficas del trazo del proyecto, identificando que la vialidad sometida a evaluación atraviesa por las UGA´s Agf-895, ANP-844, Agr-892, Agf-864 y la Ah-697.

Para mayor claridad a continuación se muestra un plano en el cual se podrá apreciar el trazo y las UGA´s mencionadas:

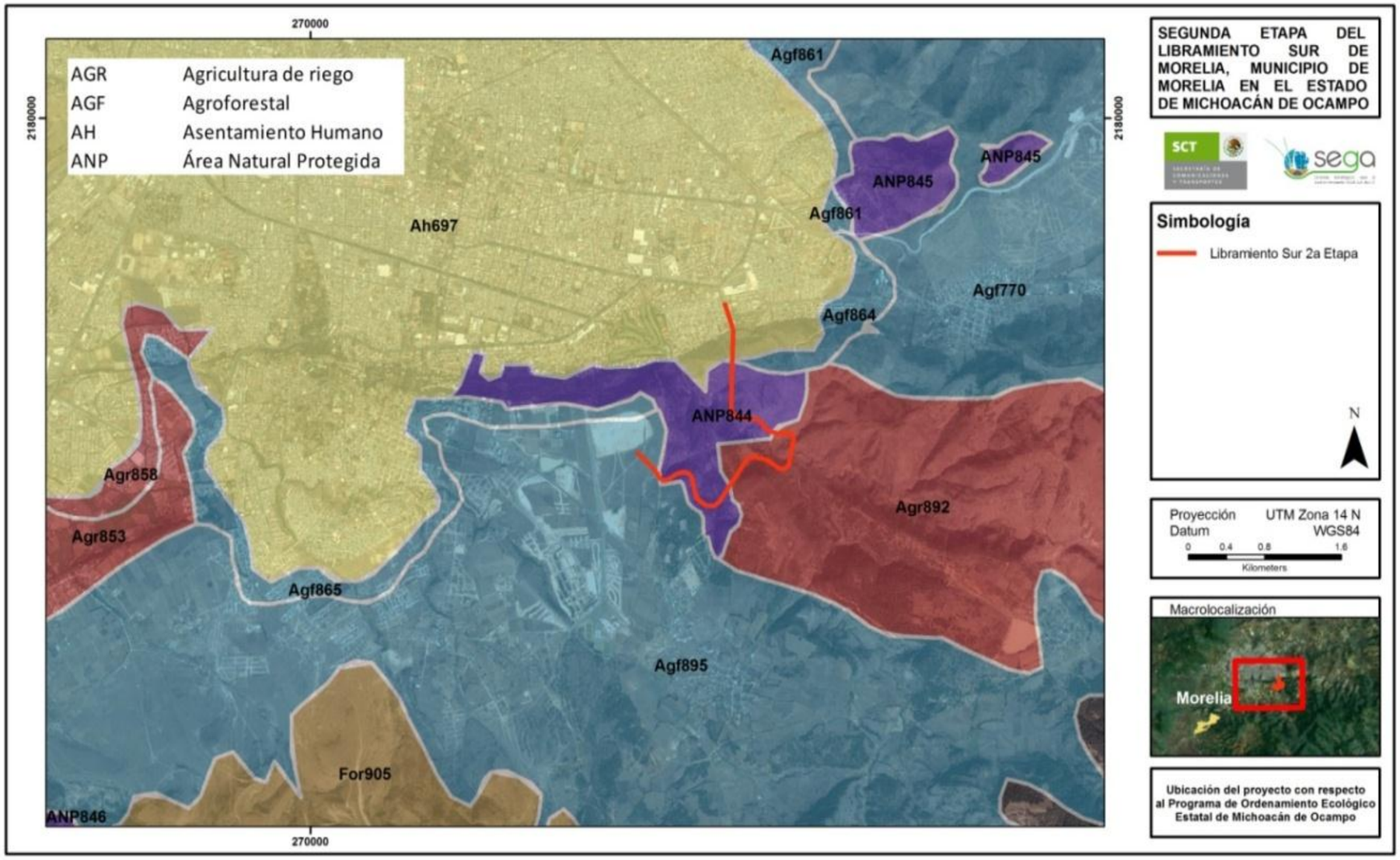


Figura III. 2 Ubicación del proyecto con respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo

Una vez que se identificaron las UGA´s que le son aplicables al desarrollo del proyecto, como ya se mencionó es importante verificar las políticas, usos de suelo, aptitud y lineamiento que el instrumento de política ambiental establece para cada Unidad de Gestión Ambiental, para lo cual se inserta la siguiente tabla:

Tabla III. 2 Políticas y lineamientos de las UGAS aplicables del POEEM.

UGA	Aptitud	Uso actual	Conflicto	Uso Propuesto	Política	Lineamiento
Agf 895	Forestal	Agricultura de riego	Alto	Agroforestal	Conservación	L3 L4 L5
ANP 844	ANP	ANP Estatal	Sin conflicto	ANP	Protección	L3 L4
Agr 892	Agrícola	Agricultura de riego	Sin conflicto	Agricultura de riego	Aprovechamiento	L1 L2
Agf 864	Forestal	Agricultura de riego	Alto	Agroforestal	Conservación	L3 L4 L5
Ah 697	Asentamiento Humano	Asentamiento Humano	Sin conflicto	Asentamiento Humano	Aprovechamiento	L1

De lo anterior se desprende que, las políticas que se establecen a las **UGA**´s aplicables al proyecto son de Aprovechamiento, Conservación y Protección, para lo cual analizaremos lo que define el POEEM para cada una de éstas:

Para las UGA´s Agr-892 y la Ah-697, dispone una política de aprovechamiento y el POEEM la define de la siguiente manera:

Aprovechamiento: Política que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite su cambio en la totalidad de la Unidad de Gestión Ambiental donde se aplica.

Para el caso que nos ocupa, esta política de aprovechamiento promueve la permanencia del uso de suelo actual, sin embargo de conformidad con los

lineamientos ecológicos aplicables de manera particular, es factible permitir el cambio de uso de suelo hasta en la totalidad de la UGA, por lo cual se considera que el trazo del proyecto que cruza por la poligonal de las UGA´s Agr-892 y la Ah-697, es compatible con la política de aprovechamiento.

En lo que corresponde a las UGA´s Agf-895 y Agf-864, la política aplicable es la de conservación, la cual el POEEM la define como:

Conservación: Política que promueve la permanencia de ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto último implique cambios masivos en el uso de suelo en la Unidad de Gestión Ambiental donde se aplique.

Como se puede observar en la definición anterior del POEEM, la política de conservación dispone que se promoverá la permanecía de los ecosistemas nativos y su utilización, es decir que los recursos naturales que conforman los ecosistemas nativos son susceptibles de utilizarse, siempre y cuando esto no conlleve cambios de uso de suelo masivo, por lo que la conservación que regula esta política se considera congruente con las obras y actividades que integran el proyecto ya que con la instalación de la vialidad no conllevará un cambio de uso de suelo en las UGA´s de mérito, tal como se evidenciará a continuación.

Considerando que no hay una definición legal para cambio de uso de suelo masivo, éste se podría entender como una superficie de desmonte considerable en relación a la totalidad de la extensión de la UGA, es decir, un desmonte que sea representativo o que se acerque al límite de tolerancia en relación a todo el territorio que abarca una superficie determinada que pueda agotar su distribución, por lo que, si consideramos que la superficie de las UGA´s Agf-895 y Agf-864 comprenden una extensión territorial de 3,766.671503 ha y la superficie que se ocupará en éstas para la inclusión del proyecto es de 0.433193 ha, (cabe aclarar que en la parte del trazo que pasa por la UGA Agf-895, no se desmontará

vegetación, ya que le corresponde a parte de uno de los túneles), se obtiene que el porcentaje de utilización que se llevará a cabo es del 0.011500684%, lo cual evidentemente no es representativo para la totalidad de la extensión territorial de las UGA´s, lo cual de ninguna manera se podría considerar como un cambio de uso de suelo masivo, motivo por el cual, podemos determinar que el proyecto es coincidente con la política que establece el POEEM para estas UGA´s.

Para mayor claridad, a continuación en la siguiente figura se muestra una imagen en la que se aprecia la parte del trazo del proyecto que atraviesa por las UGA´s en análisis, en la cual se incluyen los túneles y claramente se observa que uno de éstos inicia antes del límite de la UGA Agf-864 y concluye después de cruzarla, es decir en ningún momento se afecta cubierta vegetal alguna.

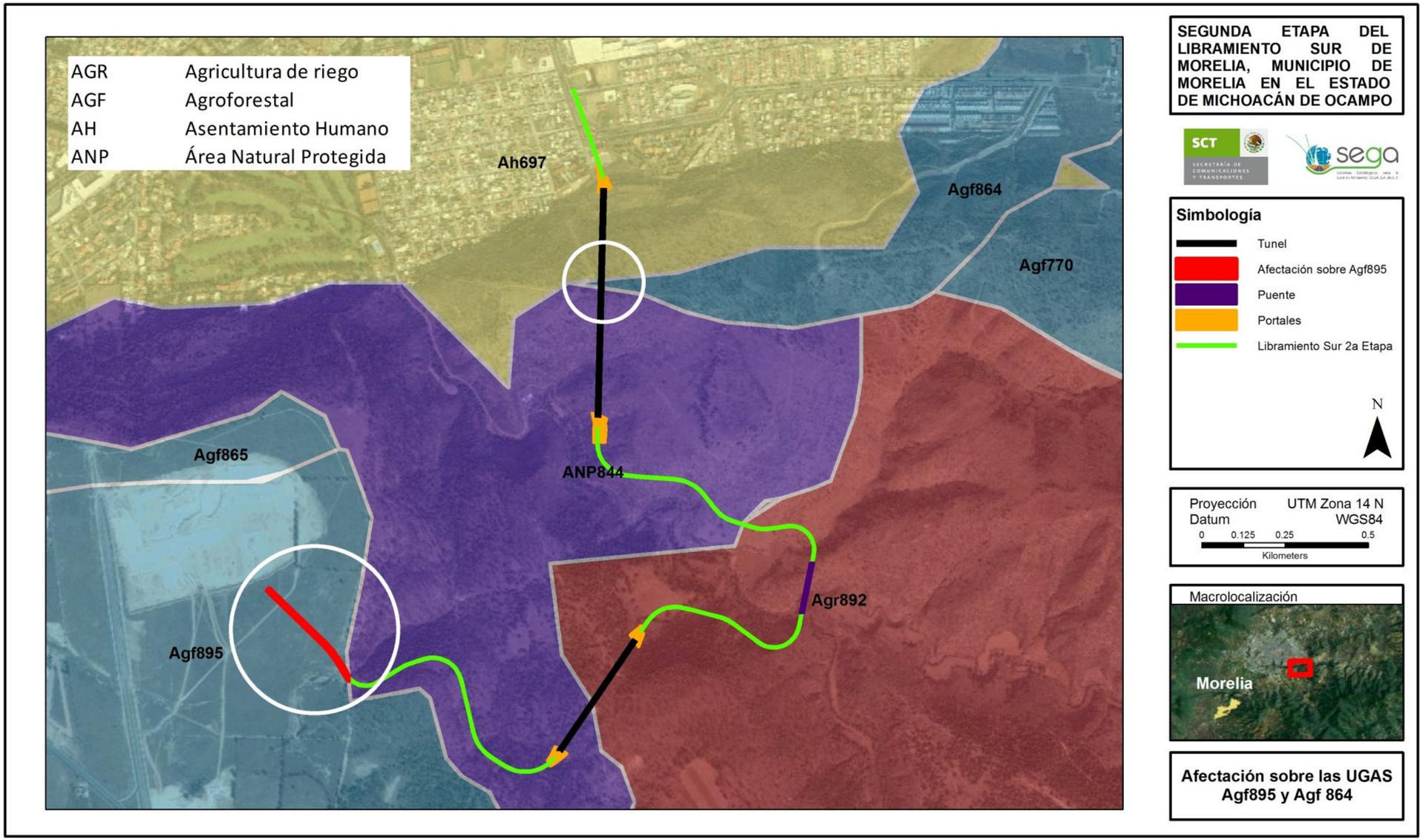


Figura III. 3 Afectación en las UGAS Agf895 y Agf864

Aunado a lo anterior, es importante destacar que, tal como se describirá en el Capítulo VI del presente documento se propondrá a esa autoridad la implementación de un *Programa de Restauración Ecológica*, el cual contemplan la reforestación con especies nativas en una superficie de 30.9 hectáreas. Dichas acciones de restauración ecológica se propone que se lleven a cabo dentro de las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, así como de áreas que permitan la conectividad entre éstas, con lo cual se compensa en la posible afectación realizada por la instalación de la vialidad, generando inclusive una ganancia ambiental al proponer una serie de acciones cuyo objetivo será el de no solo recuperar e inducir cubiertas forestales, sino aplicar medidas tendientes a controlar los procesos erosivos, mejorar las condiciones del suelo y con ello incrementar los valores y servicios ecológicos en la región.

Por último, la UGA ANP-844 tiene una política de protección, la cual el POEEM la define de la siguiente manera:

Protección: Política que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad merezcan ser incluidos en Sistemas de Áreas Naturales Protegidas en el ámbito Federal, Estatal o Municipal.

Como se puede observar, la política de protección que establece el POEEM para esta UGA no contempla una prohibición o limitante "***per se***", ya que promueve la continuidad de los ecosistemas nativos, **siempre que éstos, por sus características de biodiversidad, su extensión o por alguna particularidad merezcan ser catalogados como un área natural protegida**, en otras palabras,

se requiere que dichos ecosistemas cumplan ciertos requisitos para que se dé el supuesto que establece la política.

En este sentido, es importante mencionar que con fecha 19 de agosto del 1993 fue decretada Área Natural Protegida estatal la zona conocida como “Loma de Santa María y Depresiones Aledañas”, superficie que era coincidente con la de la UGA ANP-844 del POEEM, sin embargo, con fecha 31 de diciembre del 2009, el Gobierno del Estado de Michoacán publicó en su Periódico Oficial el Decreto mediante el cual ésta fue recategorizada a **Zona de Restauración y Protección Ambiental** (**ZRPA**), así mismo, fue modificado su polígono, siendo importante mencionar que el trazo del proyecto no atraviesa por la superficie del polígono actual de la **ZRPA** que viene en el decreto vigente.

Lo anterior evidencia que, al haber cambiado de categoría de un Área Natural Protegida de carácter estatal a una Zona de Restauración y Protección Ambiental, es debido a que por sus características naturales, biodiversidad, extensión o particularidad no merecen ser incluidos en Sistemas de Áreas Naturales Protegidas, motivo por el cual se considera que el supuesto que establece la política de protección para la **UGA** ANP-844 del **POEEM**, no se actualiza para el caso que nos ocupa, sin embargo aunado a lo anterior, es importante retomar que tal como ya se mencionó líneas arriba, con la finalidad de mitigar y compensar los impactos ambientales por la instalación del proyecto, en el Capítulo VI del presente documento se propone la implementación de un Programa de Restauración Ecológica, el cual contempla a actividades de reforestación con especies nativas es una superficie de 30.9 Ha, dentro de las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, así como de áreas que permitan la conectividad entre éstas, con lo cual se incrementará su valor

ambiental a través del mejoramiento de su condición actual y la oferta de servicios ambientales a nivel regional.

De lo anterior se puede concluir que las obras y actividades del proyecto son congruentes con lo que establece la política de aprovechamiento del **POEEM**, ya que ésta permite el cambio de uso de suelo en la totalidad de las **UGA**´s; con la de conservación, ya que se ha demostrado que no se llevará un cambio de uso masivo y con la de preservación ya que las condiciones ambientales que presenta el ecosistema que se encuentra en dicha **UGA** no cuenta con las características necesarias para que sea incluida en los sistemas de Áreas Naturales Protegidas.

Una vez analizado lo que disponen las políticas establecidas para las cinco **UGA**´s que aplican al proyecto, procederemos a analizar los lineamientos ecológicos que el **POEEM** dispone para cada éstas, para lo cual retomaremos la tabla utilizada anteriormente y que es la siguiente:

Tabla III. 3 Políticas y lineamientos de las UGA´s aplicables del POEEM.

UGA	Aptitud	Uso actual	Conflicto	Uso Propuesto	Política	Lineamiento
Agf 895	Forestal	Agricultura de riego	Alto	Agroforestal	Conservación	L3 L4 L5
ANP 844	ANP	ANP Estatal	Sin conflicto	ANP	Protección	L3 L4
Agr 892	Agrícola	Agricultura de riego	Sin conflicto	Agricultura de riego	Aprovechamiento	L1 L2
Agf 864	Forestal	Agricultura de riego	Alto	Agroforestal	Conservación	L3 L4 L5
Ah 697	Asentamiento Humano	Asentamiento Humano	Sin conflicto	Asentamiento Humano	Aprovechamiento	L1

Como se puede observar en la tabla que antecede, el **POEEM** dispone como aplicables a las **UGA**´s que nos ocupan los lineamientos L-1, L-2, L-3, L-4 y L-5, de igual manera es importante manifestar que cada lineamiento cuenta con objetivos particulares, motivo por el cual todos serán analizados a continuación.

Primeramente veremos lo que dispone el **POEEM** referente a los lineamientos y objetivos, en su artículo 14 dispone que: *"Las estrategias ecológicas son la integración de los objetivos específicos, las acciones…., dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de estudios que también incluye los criterios de regulación ecológica.*
A cada uno de los lineamientos ecológicos definidos para el Estado se le definieron los objetivos específicos, es decir, se manejó de manera determinada uno o varios objetivos de acuerdo a las condiciones de cada Unidad de Gestión Ambiental"

De lo anterior se desprende que los lineamientos y los objetivos específicos del **POEEM**, establecen las acciones o criterios ecológicos que de acuerdo con las condiciones de cada **UGA** se deberán observar, por lo que para mayor claridad se citan a continuación y se analizan más adelante en la tabla 5:

1. Lineamiento 1. Aprovechamiento racional de los recursos naturales. (Procurará preservar los recursos naturales y el ambiente)
2. Lineamiento 2. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. (Mantendrá la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas)
3. Lineamiento 3. Mantenimiento de los bienes y servicios Ambientales. (Conservará las estructuras y procesos naturales necesarios para mantener la calidad ambiental)

4. Lineamiento 4. Preservación de ecosistemas y de la biodiversidad. (Mantendrá las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas)
5. Lineamiento 5. Mejoramiento del ambiente y control de su deterioro. (Incrementará las condiciones ambientales)

En la siguiente tabla se evidenciará la congruencia del proyecto con los lineamientos y objetivos aplicables del **POEEM**:

Tabla III. 4. Lineamientos y objetivos del POEM.

Lineamiento 1. Aprovechamiento racional de los recursos naturales. La extracción y utilización de los elementos naturales, en formas que resulten eficientes y socialmente útiles y procuren su conservación y la del ambiente.	
CONSIDERACIÓN: Aplicables a las UGA´s Agr-892 y la Ah-697.	
Objetivo 1. Mantener el aprovechamiento forestal sustentable en las áreas donde no se presentan conflictos ambientales.	**CONSIDERACIÓN: El proyecto no interfiere con el objetivo planteado para las UGA´s en comento, ya que el trazo del proyecto carretero que se pretende construir, en ningún momento propiciará la alteración del sector productivo referente al aprovechamiento forestal en la zona, exista o no en este momento dicha actividad.**

Objetivo 2. Mantener el uso agropecuario en las áreas donde es posible llevar a cabo ambas actividades y no presentar conflictos ambientales.	**CONSIDERACIÓN: De la misma manera que para el sector orientado al aprovechamiento forestal, el proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental corresponde a una vía general de comunicación, no teniendo relación alguna con la alteración de las actividades productivas existentes, en su permanencia como sectores, sino al contrario, la construcción de una vialidad como la que se pretende, ofrecerá una alternativa para facilitar el movimiento de productos y mercancías mejorando su comercialización, sin que esto represente un cambio en los patrones productivos actuales.**
Objetivo 3. Mantener las condiciones de los ecosistemas que prestan bienes y servicios ambientales y no presentan conflictos ambientales.	**CONSIDERACIÓN:** **El desarrollo del proyecto propuesto no modificará las condiciones ambientales de ecosistemas presentes en estas UGA´s ya que de acuerdo a la misma Tabla III. 5 "Políticas y lineamientos de las UGA´s aplicables del POEEM", el uso del suelo actual existente**

	corresponde a <u>"Agricultura de Riesgo" para el caso de la UGA</u> Agr-892 y Asentamientos Humanos para la UGA Ah-697, <u>no incidiendo el trazo del proyecto dentro de estas UGA´s en ecosistema alguno que brinde servicios ambientales.</u>
Objetivo 4. Mantener el crecimiento de los asentamientos humanos en las superficies previstas en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y Programas de Desarrollo Urbano de Centro de Población.	**CONSIDERACIÓN:** **El proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental a través de la presente MIA-R busca contar con la viabilidad ambiental para el desarrollo de una vía general de comunicación, <u>no de infraestructura para asentamientos humanos</u>. Ahora bien, existe la idea mal concebida que una vía general de comunicación genera en su entorno un acelerado crecimiento urbano, al respecto, es importante destacar que la regulación sobre el usos del suelo en términos de asentamientos humanos es del orden Municipal de conformidad con lo dispuesto por el Artículo 115 Constitucional, que para el caso que nos ocupa, existe el Plan Director de Desarrollo Urbano del**

	Centro de Población de Morelia, el cual claramente establece las áreas permitidas para tal efecto, documento de orden público que ante la vista de cualquier ciudadano se conoce cuál es el esquema de crecimiento en el tema de asentamientos que desea alcanzar la autoridad competente, situación que en ningún momento se modificará con el proyecto de la carretera, ya que las áreas para tal efecto están perfectamente definidas en el instrumentos determinado para tal fin.
Objetivo 5. Mantener o incrementar las capacidades para el uso turístico y/o ecoturístico.	**CONSIDERACIÓN:** **Como se ha venido reiterando en el curso del presente documento, el proyecto considera el desarrollo de una vía general de comunicación cuya finalidad es ofrecer una alternativa vial para disminuir los conflictos actuales de desplazamiento en la zona, sin que persiga otra finalidad asociada a sectores productivos como el turístico.**

Lineamiento 2. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La utilización de los recursos naturales, manteniendo la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.	
CONSIDERACIÓN: Aplicable a las UGA Agr-892	
Objetivo 6. Mantener el aprovechamiento forestal sustentable, de manera tal, que no se agoten los recursos y se garantice la provisión de bienes y servicios ambientales.	**CONSIDERACIÓN:** **El proyecto no tiene fines u objetivos para el aprovechamiento forestal.**
Objetivo 7. Fomentar el uso pecuario sin afectar los sitios de provisión de bienes y servicios ambientales.	**CONSIDERACIÓN:** **De igual forma, el proyecto de construcción de una vía general de comunicación no tiene como finalidad el fomentar usos del suelo o imponer modalidades en su aprovechamiento.**
Objetivo 8. Mantener las áreas de producción agrícola sin ampliar la frontera hacia las áreas con otras aptitudes, especialmente hacia zonas forestales o de provisión de bienes y servicios ambientales.	**CONSIDERACIÓN:** **La construcción de un proyecto como el que se pretende no pretende ni condiciona en ningún momento modalidades de uso del suelo, que no sea una vía general de comunicación.**

Lineamiento 3. Mantenimiento de los bienes y servicios Ambientales. La conservación de las estructuras y procesos naturales necesarios para el mantenimiento de la calidad ambiental y la realización de las actividades humanas, así como los beneficios de interés social que se derivan de la vida silvestre y su hábitat, tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, el control biológico de plagas, o la degradación de desechos orgánicos.	
CONSIDERACIÓN: Aplicable a las UGA´s ANP-844 y la Agf-864	
Objetivo 9. Mantener y/o fomentar la recuperación de áreas de provisión de bienes y servicios ambientales en los sitios donde se presentan conflictos moderados a bajos.	**CONSIDERACIÓN:** **El trazo del proyecto carretero dentro de la UGA Agf-864, no conllevará a afectación alguna de bienes y servicios ambientales ya que en su totalidad pasa a través de túnel. En lo que corresponde a la UGA ANP-844, tal y como se comentó anteriormente, dicha unidad no está considerada actualmente bajo el régimen de área natural protegida federal, estatal o municipal, actualmente corresponde a una Zona de Restauración y**

	Protección Ambiental (ZRPA), en la cual el trazo del proyecto que se pretende no incide, sin embargo, como medida de compensación ambiental se está planteando llevar a cabo en esta área un programa de restauración ecológica el cual justamente buscará fomentar la recuperación de los bienes y servicios ambientales.
Objetivo 10. Conservar las áreas de provisión de bienes y servicios ambientales en los sitios donde se presentan conflictos ambientales bajos a muy bajos.	**CONSIDERACIÓN:** **El trazo del proyecto carretero propuesto, justamente conservará las áreas de provisión de bienes y servicios ambientales ya que contempla la construcción de dos túneles y un puente que evitarán la degradación de los ecosistemas de mayor relevancia dentro del SAR delimitado, cumpliendo de esta manera con lo dispuesto con este objetivo.**

Lineamiento 4. Preservación de ecosistemas y de la biodiversidad. El mantenimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitats naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.	
CONSIDERACIÓN: Aplicable a las UGA´s ANP-844 y la Agf-864	
Objetivo 11. Mantener o mejorar las condiciones de los ecosistemas con características ambientales relevantes, donde se presenten conflictos bajos a muy bajos. **|**	**CONSIDERACIÓN:** **Tal y como se ha venido señalando, el desarrollo del proyecto no está planificado en áreas consideradas como ecosistemas con características ambientales relevantes, ya que para el caso del tramo inserto en la UGA Agf-864, no conllevará a afectación alguna de bienes y servicios ambientales ya que en su totalidad pasa a través de túnel. En lo que corresponde a la UGA ANP-844, tal y como se comentó anteriormente, dicha unidad no está considerada actualmente bajo el régimen de área natural protegida federal, estatal o municipal, actualmente corresponde**

	a una Zona de Restauración y Protección Ambiental (ZRPA), en la cual el trazo del proyecto que se pretende no incide.
Objetivo 12. Transitar del uso forestal a la previsión de bienes y servicios ambientales.	**CONSIDERACIÓN:** **El proyecto carretero a construir no puede ser considerado como un instrumento de fomento, ya que corresponde a una vía general de comunicación.**
Objetivo 13. Mantener la calidad ambiental de las Áreas Naturales Protegidas.	**CONSIDERACIÓN:** **La UGA ANP-844, tal y como se comentó anteriormente, no está considerada actualmente bajo el régimen de área natural protegida federal, estatal o municipal, sin embargo, a través de la ejecución de las acciones propuestas como el programa de restauración ecológica no solamente se mantendrá la calidad del área considerada como Zona de Restauración y Protección Ambiental (ZRPA), sino que se recuperará su valor ambiental.**

"Lineamiento 5. Mejoramiento del ambiente y control de su deterioro. La modificación planeada de los elementos de la naturaleza, a fin de incrementar las condiciones ambientales a través de la reconversión y diversificación progresiva y secuencial de las actividades productivas acordes con la aptitud de la Unidad de Gestión Ambiental.	
CONSIDERACIÓN: Aplicable a las UGA´s Agf-895 y la Agf-864	
Objetivo 14. Evitar el establecimiento de asentamientos humanos en las áreas que presentan riesgos para la población.	**CONSIDERACIÓN:** **El proyecto no regula el uso del suelo.**
Objetivo 15. Disminuir el grado de rezago social en los municipios con niveles de marginación alto y muy alto."	**CONSIDERACIÓN:** **A través del desarrollo del proyecto se mejorará la calidad de vida local al contar con una vía que permita la movilización de bienes, cumpliendo con el objetivo.**

De la información anterior se puede concluir que estos lineamientos no establecen prohibiciones expresas, sino como su nombre lo indica da lineamientos los cuales con la instalación del proyecto se respetarán íntegramente.

De lo anterior, ha quedado en evidencia que las obras y actividades que contempla el proyecto son congruentes con lo que dispone el **POEEM**, ya que como se ha demostrado, el proyecto respeta lo dispuesto en las políticas ecológicas, así como los lineamientos específicos y objetivos de dicho instrumento.

III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA CUECA DEL LAGO DE CUITZEO, MICHOACÁN DE OCAMPO.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cueca Del Lago De Cuitzeo, Michoacán de Ocampo (**POERCLCM**), fue publicado el 01 de julio de 2011 en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo.

El **POERCLCM**, es de orden público e interés social, es el instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable de la Región de la Cuenca del Lago de Cuitzeo y tiene por objeto planear e inducir el uso de suelo y las actividades productivas de dicha región ubicada en Michoacán de Ocampo, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La cuenca del lago de Cuitzeo se localiza en el centro norte del Estado de Michoacán de Ocampo, cuenta con una superficie aproximada de 3,382km^2, lo que representa el 5.79% del territorio estatal, abarcando territorio de 13 municipios del Estado, entre ellos Morelia.

El área de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo está conformada por 13 Municipios del Estado, Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Hundacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro y está integrado por 214 Unidades de Gestión Ambiental (**UGA**).

A continuación se realizará un ejercicio de análisis para comprobar la zona del **POERCLCM** por la que pasa el proyecto (UGA´S), se verificará las políticas, usos y criterios ecológicos que regula el instrumento para analizar si las obras y actividades que integran el proyecto son congruentes con lo que dispone el Instrumento.

En este sentido, de con conformidad con la ubicación del proyecto, se verificó en el plano del Anexo A del **POERCLCM** y se sobrepusieron las coordenadas geográficas del trazo del proyecto y se pudo identificar que la vialidad sometida a evaluación se ubica en su totalidad sobre la **UGA** PDUCP-15, tal como se muestra en la siguiente figura:

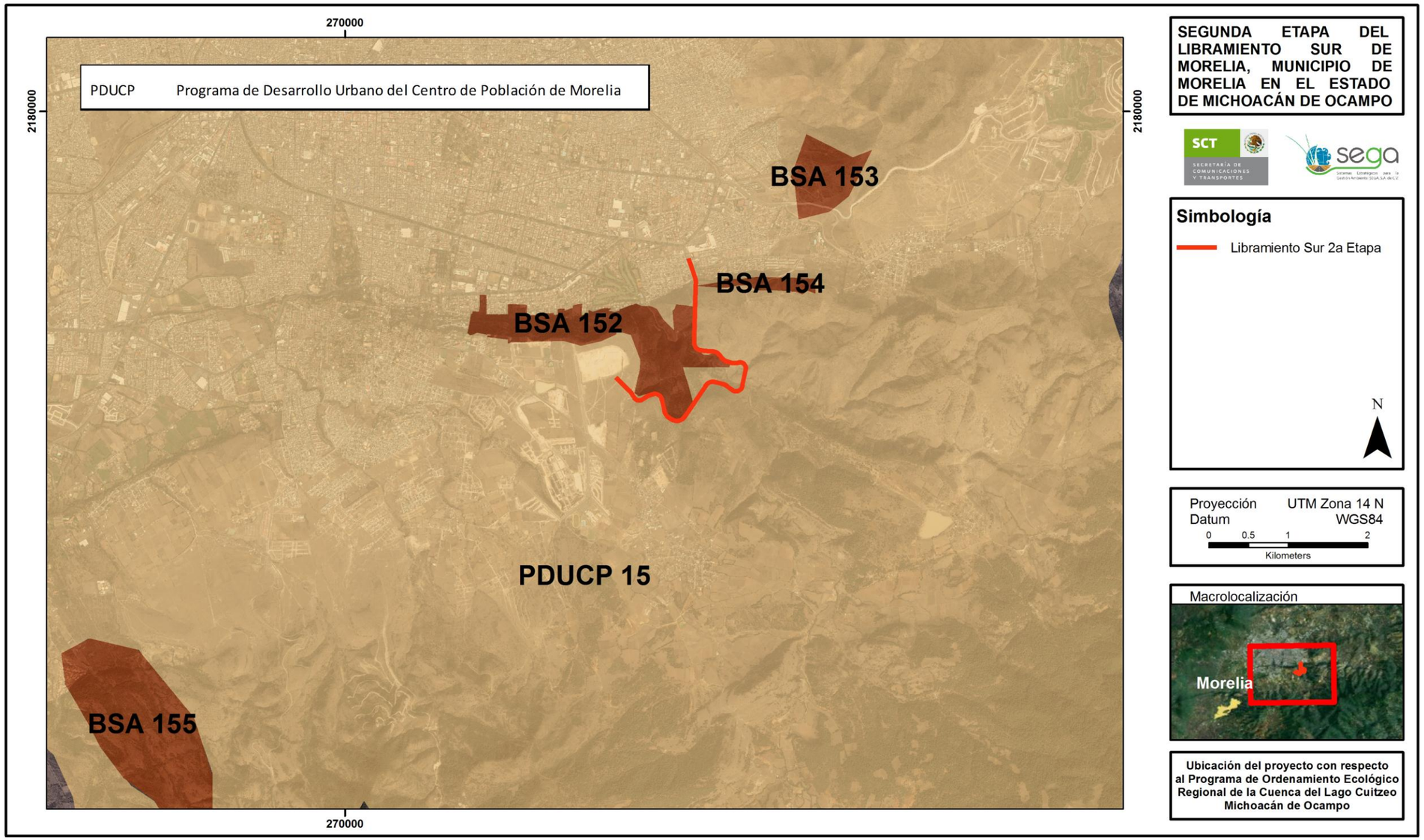


Figura III. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las UGAS del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo

Con la finalidad de conocer los Usos, Políticas y Criterios ecológicos aplicables a las **UGA** PDUCP-15, se verificó en los anexos del **POERCLCM** y se elaboró la siguiente y tabla:

Tabla III. 6 Políticas y criterios de la UGA aplicable del POERCLCM.

UGA	Política	Uso Propuesto	Uso Compatible	Uso Condicionado	Uso Compatible	Criterio Ecológico
PDUCP	PDUCP	PDUCP	-	-	-	Se respetará lo que establezca el Programa de desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia.

Como se puede observar, el **POERCLCM** establece para la **UGA** PDUCP-15 una política y un criterio ecológico los cuales remiten a lo que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia.

De lo expuesto, es de concluirse que el criterio ecológico específico de la **UGA** del **POERCLCM** aplicable al trazo del proyecto, "*per se"* no establecen lineamientos, directrices o pautas respecto de las obras y actividades que se pueden llevar a

cabo en éstas, sino que nos remite a lo dispuesto por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia (**UGA** PDUCP-15), por lo que, como ya se mencionó, es importante mencionar que más adelante se analizará la congruencia del proyecto con lo que dispone el citado Instrumento de Planeación Urbana.

III. 3 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA 2010.

El Artículo 12 de la Ley General de Asentamientos Humanos, dispone que la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, se llevarán a cabo, entre otros por los programas de desarrollo urbano de centros de población, es por ello que con fecha 14 de julio de 2010 fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán de Ocampo el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010 (**PDUCP**), el cual tiene los siguientes objetivos generales:

- Encauzar y regularizar el crecimiento de la mancha urbana de forma ordenada y sustentable.
- Reconducir el desarrollo urbano de Morelia mediante las políticas integrales de conservación, mejoramiento, crecimiento y control.
- Posicionar a la ciudad de Morelia como centro regional dentro de un sistema urbano estatal.
- Establecer control sobre las cuencas de los ríos Grande Chiquito de Morelia así como de las zonas de infiltración de los mantos acuíferos para garantizar el abasto de agua potable a la ciudad de Morelia, incorporándolas al ámbito de

aplicación

Sus objetivos particulares son:

- Identificar la problemática actual, así como conducir las tendencias principales de crecimiento que se presentarán a futuro, a fin de implementar las acciones correctivas y /o preventivas necesarias.
- Determinar las áreas que integran y delimitan el centro de población; sus aprovechamientos predominantes y las reservas, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento, regeneración y crecimiento del mismo.
- Sujetar el desarrollo urbano de Morelia al marco de una planeación sustentable.
- Establecer límites oficiales del centro de población, determinando los requerimientos de reservas urbanas en el corto, mediano y largo plazos.
- Reducir la vulnerabilidad en el medio urbano, controlando los asentamientos en áreas de riesgo.
- Reconocer las áreas de preservación que son indispensables para la conservación del medio ambiente y establecer planes adecuados de manejo para su preservación.
- Delimitar las áreas con los aprovechamientos predominantes, usos y destinos permitidos, prohibidos o condicionados, densidades de población y de construcción.
- Establecer los usos, densidades y características de ocupación del suelo.
- Atender el déficit de equipamiento y prever los requerimientos a resolver para las áreas de futuro crecimiento.

- Reconfigurar la estructura vial primaria que integre las áreas actuales con las de crecimiento de la ciudad.

De lo anterior es importante destacar que el **PDUCP** contempla dentro de sus objetivos particulares la reconfiguración de la estructura vial que comunique las zonas existentes con la de crecimiento de la cuidad, por lo que el proyecto **"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo"** claramente encuadra con los objetivos del **PDUCP.**

Continuando con el análisis, el **PDUCP** en su numeral **1.7.5** denominado **"Vialidad y transporte"** reconoce que**,** la red vial básica ha rebasado los límites del periférico o libramiento de la ciudad, extendiéndose normalmente conforme a los requerimientos de comunicación que plantean los nuevos asentamientos.

El 96% de vehículos en el municipio pertenece al área urbana, que en los últimos seis años, tuvo un crecimiento del 33% en su parque vehicular, al pasar de 74,808 vehículos en 1995 a 111,679 en 2001. A través de estos datos se puede obtener la tasa de motorización. Así en 1995 existían 6.85 individuos por vehículo y para 2001 ya solo eran 5.24 individuos por vehículo, notándose que la tasa de motorización va en aumento, es decir hay un incremento en el número de vehículos existentes en la ciudad con relación a la población. Motivo por lo que en sus objetivos particulares referente a la reconfiguración de la estructura vial que comunique las zonas existentes con la de crecimiento de la cuidad

Ahora bien, en su apartado de **Nivel Estratégico,** establece las Políticas de desarrollo urbano, que son las políticas y objetivos rectores para el ordenamiento

territorial del centro de población, que se derivan de las problemáticas y condicionantes para cada zona de la ciudad.

Dentro del apartado de **Estrategia Urbana**, dicho instrumento de planeación incluye la: **Reordenamiento y consolidación de la estructura urbana**

El reordenamiento, mejoramiento y/o consolidación pretende ir más allá de una regularización que resulte en escrituras y pago de impuesto predial. Se busca la rehabilitación integral de las diferentes zonas del Centro de Población, lo que permitiría la estructuración de vialidades primarias y regionales, así como la dotación de satisfactores básicos, equipamientos e infraestructuras, así como áreas verdes de acuerdo con el Código de Desarrollo Urbano.

Fortalecimiento de la Estructura Vial

La implementación de esta estrategia pretende ser parte de los elementos de reconducción para el desarrollo urbano y el crecimiento ordenado del Centro de Población. Para ello, es necesario conformar una estructura vial que conecte y articule a la ciudad. Esta estrategia está relacionada con el de reordenamiento, mejoramiento y/o consolidación de la estructura urbana, cuyos resultados parciales es posible obtenerlos de manera paralela.

De lo anterior se desprende que el **PDUCP** contempla la rehabilitación integral de las diferentes zonas del Centro de Población, lo que permitiría la estructuración de vialidades primarias y regionales y considera necesario conformar una estructura vial que conecte y articule a la ciudad.

Ahora bien, en su apartado de **Estrategia Territorial** establece una **zonificación primaria y una secundaria,** de la siguiente manera:

Zonificación primaria

La zonificación primaria es en la que se determina los aprovechamientos genéricos o la utilización general del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación, busca como objetivo: permitir el desarrollo ordenado y equilibrado bajo criterios de sustentabilidad, así como, calidad de vida urbana de sus habitantes. Para este fin, se busca conciliar las tendencias del crecimiento urbano con la capacidad y sustentabilidad de los recursos disponibles, incorporando criterios de beneficio social.

La zonificación primaria del centro de población comprende las áreas urbanizadas, las urbanizables y las no urbanizables por ser de conservación y preservación del medio ambiente urbano, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas.

Para mayor claridad se realizó un ejercicio en el que se insertó el trazo del proyecto en el plano de la zonificación primaria que establece el **PDUCP**, con la finalidad de que se pueda observar gráficamente las zonas por las que pasa el proyecto de acuerdo a la citada zonificación, lo anterior se puede apreciar en la siguiente figura:

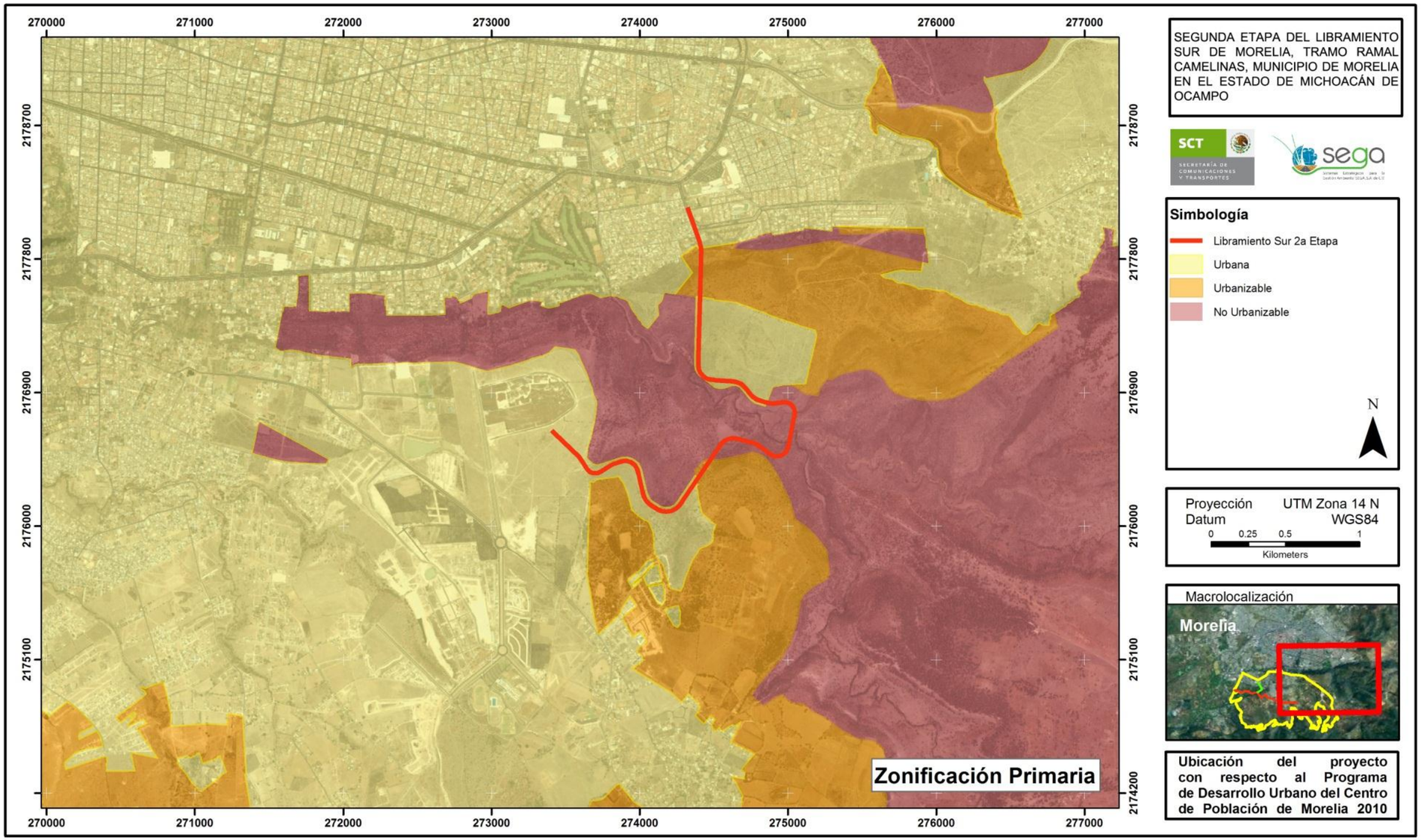


Figura III. 5 Ubicación del proyecto con respecto a la Zonificación Primaria del PDUCP

Tal como se pudo apreciar, el trazo del proyecto pasa por las tres zonas que incluye la zonificación primaria, la Urbanizada, la Urbanizable y la No Urbanizable, para lo cual se analizará lo que dispone el **PDUCP** para cada una.

> ***"Áreas urbanizadas:*** *Consiste en el área urbana actual, comprendida por los espacios constituidos por los usos y destinos urbanos, áreas para vivienda, servicios, equipamiento e infraestructura urbana; el Centro de Población de Morelia cuenta con un área urbana neta (área urbana menos reservas ecológicas internas) de 40,708.43 hectáreas. En el marco del sistema urbano constituido por todos los asentamientos dentro del Centro de Población, se consideran adicionalmente las áreas urbanizadas de Cuto de la Esperanza y San Nicolás Obispo.*
>
> ***Áreas urbanizables:*** *Están formadas por las reservas programáticas para el desarrollo urbano y las áreas consideradas de provisión urbana futura. Las reservas programáticas son los espacios con los que cuenta la ciudad para su crecimiento en un corto, mediano y largo plazo y representan un total de hectáreas*
>
> ***Áreas no urbanizables:*** *Son las áreas que deberán protegerse y preservarse para permitir el equilibrio ambiental del Centro de Población con su entorno. En estos espacios la urbanización será restringida y sólo se autorizarán aquellos usos que aseguren servicios de beneficio social, de carácter colectivo y de uso común mediante un plan de manejo integral*."

Como se puede observar de las definiciones transcritas, las áreas urbanizadas y las urbanizables ya están dotados con usos y destinos urbanos, es decir, contemplan expresamente el crecimiento urbano y la infraestructura, por lo que

aunque el proyecto que nos ocupa no es una obra de urbanización propiamente, sino una obra de servicio, claramente se permite la instalación de ésta en ambas zonificaciones, lo cual se verá reforzado más adelante, ya que se evidenciará que el **PDUCP** contempla expresamente el proyecto en su apartado denominado **Estrategia Vial**.

Por lo que el **PDUC**P refiere al área no urbanizable, establece que estas áreas deberán protegerse y preservarse para permitir el equilibrio ambiental, la urbanización estará restringida y que sólo se permitirán aquellos usos que aseguren servicios de beneficio social, de carácter colectivo y de uso común, por lo que, al tratarse de una vialidad que fortalecerá el desarrollo de la región, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto al Municipio de Morelia, como a otras localidades dentro y fuera de la entidad, así como el acceso a diferentes destinos de la zona, resulta claro que el desarrollo del proyecto encuadra la segunda parte del supuesto que regula el **PDUCP** para las áreas no urbanizables, por lo tanto es coincidente con la regulación normativa.

Con lo expuesto, queda en evidencia que el proyecto es congruente con lo que dispone la zonificación primara del **PDUCP.**

Ahora, por lo que respecta a la zonificación secundaria el **PDUCP** dispone que:

Zonificación secundaria

La zonificación secundaria comprende la organización de las zonas definidas por usos predominantes y los usos, destinos y aprovechamientos específicos o la utilización particular del suelo que le son compatibles y condicionados en las distintas zonas del área objeto de ordenación y regulación acompañadas de sus

respectivas normas de control de la densidad de edificación (SEDESOL, 2000). Esta organización considera el equilibrio y relación entre todas las funciones urbanas y de éstas con la población. La zonificación secundaria permite administrar el ordenamiento urbano pero requiere complementarse con las precisiones al ordenamiento que en su oportunidad se establecerán en los programas parciales

En la zonificación secundaria se establecen las zonas de uso predominantes de comercios servicios y equipamiento a nivel urbano (subcentros urbanos y centro urbano), se reconocen como elementos de la estructura urbana y se complementan con los corredores comerciales y urbanos, los cuales por tener características de compatibilidad de uso de suelo semejantes, para este Programa se determinó dejar solamente el corredor urbano sobre las vialidades secundarias y primarias.

Se incorporan los centros metropolitanos como estrategia de ordenamiento al fenómeno de metropolización, resultado de la dinámica espacial y funcional con respecto a los municipios vecinos. La determinación de áreas y zonas receptoras de los servicios y equipamientos a nivel regional y estatal, permite la reducción de flujos y de alteraciones al funcionamiento de la ciudad. Estas áreas deberán instrumentarse en los programas parciales de las zonas en donde se ubiquen a fin de conseguir las reservas necesarias para este fin.

El centro histórico y su zona de transición estarán sujetos a las disposiciones del Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Centro Histórico de Morelia. Como estrategia de ordenamiento urbano, la normatividad para esta zona permitirá el impulso a las actividades turísticas en las áreas identificadas como comerciales por el PPDUCHM y el impulso a políticas de densificación y vivienda en los barrios del centro histórico y sus zonas de transición.

Para mayor claridad se realizó un ejercicio en el que se insertó el trazo del proyecto en el plano de la zonificación secundaria que establece el **PDUCP**, con la finalidad de que se pueda observar gráficamente las zonas por las que pasa el proyecto de acuerdo a la citada zonificación, lo anterior se puede apreciar en la siguiente figura:

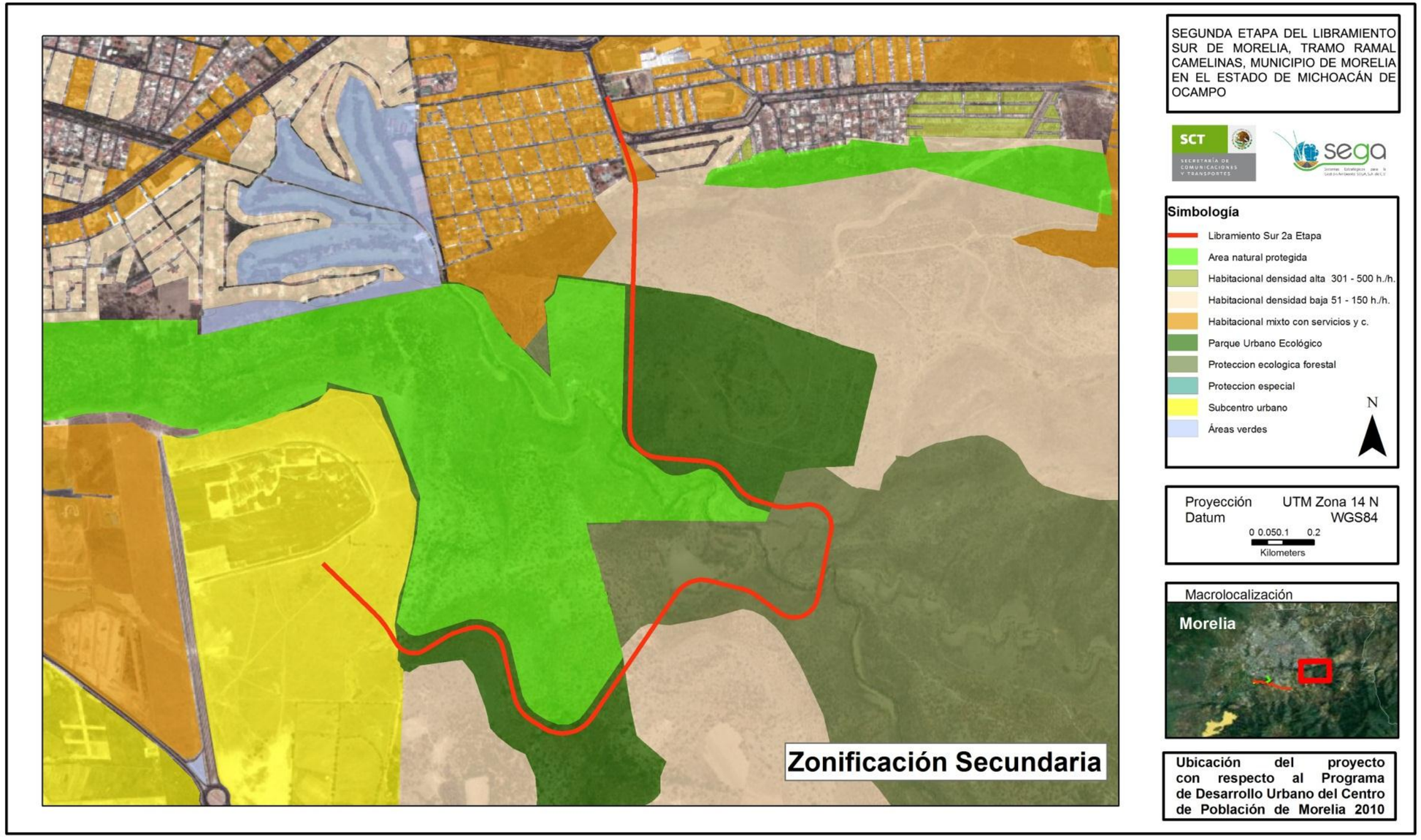


Figura III. 6 Ubicación del proyecto con respecto a la Zonificación Secundaria del PDUCP

De conformidad con la figura anterior, se puede observar que el trazo del proyecto pasa por 5 de las áreas secundarias que establece el **PDUCP** y que son: Subcentro Urbano, Parque Urbano Ecológico, Habitacional densidad baja 51-150 h/h, Protección Ecológica Forestal y Habitacional mixta de media densidad con Comercios y Servicios.

A continuación se muestra lo que dispone el **PDUCP** para cada una de las áreas citadas en el párrafo anterior:

> ***"Subcentro Urbano (Clave SU)*** *Zona o zonas de la ciudad que se caracteriza por concentrar predominantemente servicios y comercios que atienden a una gran parte del centro de población. Para nuevos desarrollos, el uso habitacional se permitirá de una densidad alta hasta 120 viv/ha, así como para equipamiento y servicios en sus diversas modalidades e intensidades siempre y cuando sean posibles y permitidos, así como que garanticen las factibilidades de servicios de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, COS, CUS, de igual manera la dotación de estacionamiento respectivo, conforme a la Tabla de Compatibilidades y normativas establecidas en el Programa y demás normas y reglamentos en la materia."*

En esta área, expresamente permite la instalación de servicios, por lo que la inclusión del tramo correspondiente de la vialidad es congruente con la zonificación que dispone el **PDUCP.**

> ***"Parque Urbano Ecológico (Clave PUE).*** *Área verde al aire libre que por su gran extensión cuenta con áreas diferenciadas unas de otras por actividades específicas, y que por éstas características particulares, ofrece mayores posibilidades para paseo, descanso, recreación y convivencia a la población en general. Cuenta con áreas verdes, bosques, áreas de convivencia general, zonas de juegos para niños, aprovechamiento recreativo y deporte informal, además el comercio de baja intensidad de manera condicionada, entre otros. Además de ser un área para la previsión de bienes y servicios ambientales a la ciudad de Morelia."*

Ésta área, cuenta con áreas verdes, bosques, áreas de convivencia general, zonas de juegos para niños, aprovechamiento recreativo y deporte informal, además el comercio de baja intensidad de manera condicionada, entre otros.

Por lo anterior, se considera que al establecer que se permite el comercio de baja densidad, "*entre otros*", sin definir específicamente cuales son esos que denomina "*otros*" es evidente permite la inclusión de algunos usos más, por lo que tal y como se ha demostrado a lo largo del presente numeral, que el proyecto es congruente con lo dispuesto por el **PDUCP** y más adelante se confirmará tal aseveración al demostrar que el multicitado **PDUCP** contempla expresamente la vialidad en su apartado de "**Estrategia Vial**", por lo que de una interpretación integral y armónica de lo que dispone el propio Instrumento se concluye que, la inclusión del tramo de la vialidad correspondiente por el área de mérito no se contrapone con lo establecido para ésta y por lo tanto es congruente con la zonificación que dispone el **PDUCP**.

> ***Habitacional Baja Densidad (Clave HB) (51 a 150 hab/ha)****. Zona de la ciudad que concentra predominantemente viviendas unifamiliares con una*

densidad mínima de 36 viv/ha, que por sus características de funcionamiento alberga el uso habitacional, compuesto con un mínimo de equipamiento y servicios básicos preferentemente de nivel barrial (baja intensidad), que podrán ser compatibles dentro de lo posible y permitido conforme a la Tabla de Compatibilidades de Uso del Suelo (TCUS).

En esta área, no se expresa prohibición alguna, se manifiesta que actualmente existen equipamiento y servicios, que la instalación de éstos es compatible de conformidad de lo permitido con la Tabla de Compatibilidad de Uso de Suelo, sin embargo es relevante manifestar que el tramo del proyecto que cruza por el área que se analiza, en un 90% pasa por un túnel, es decir recorre casi toda el área por debajo de la superficie, sin afectar el uso de suelo dispuesto para ésta, aunado a lo anterior, en la Tabla de Compatibilidad de Uso de Suelo del Instrumento no establece como prohibida o condicionada la instalación de la vialidad, lo cual refuerza que como ya se mencionó, más adelante se confirmará que el Instrumento en análisis contempla expresamente la vialidad en su apartado de "**Estrategia Vial**". De lo anterior, se concluye que la inclusión del tramo correspondiente de la vialidad es congruente con la zonificación que dispone el **PDUCP.**

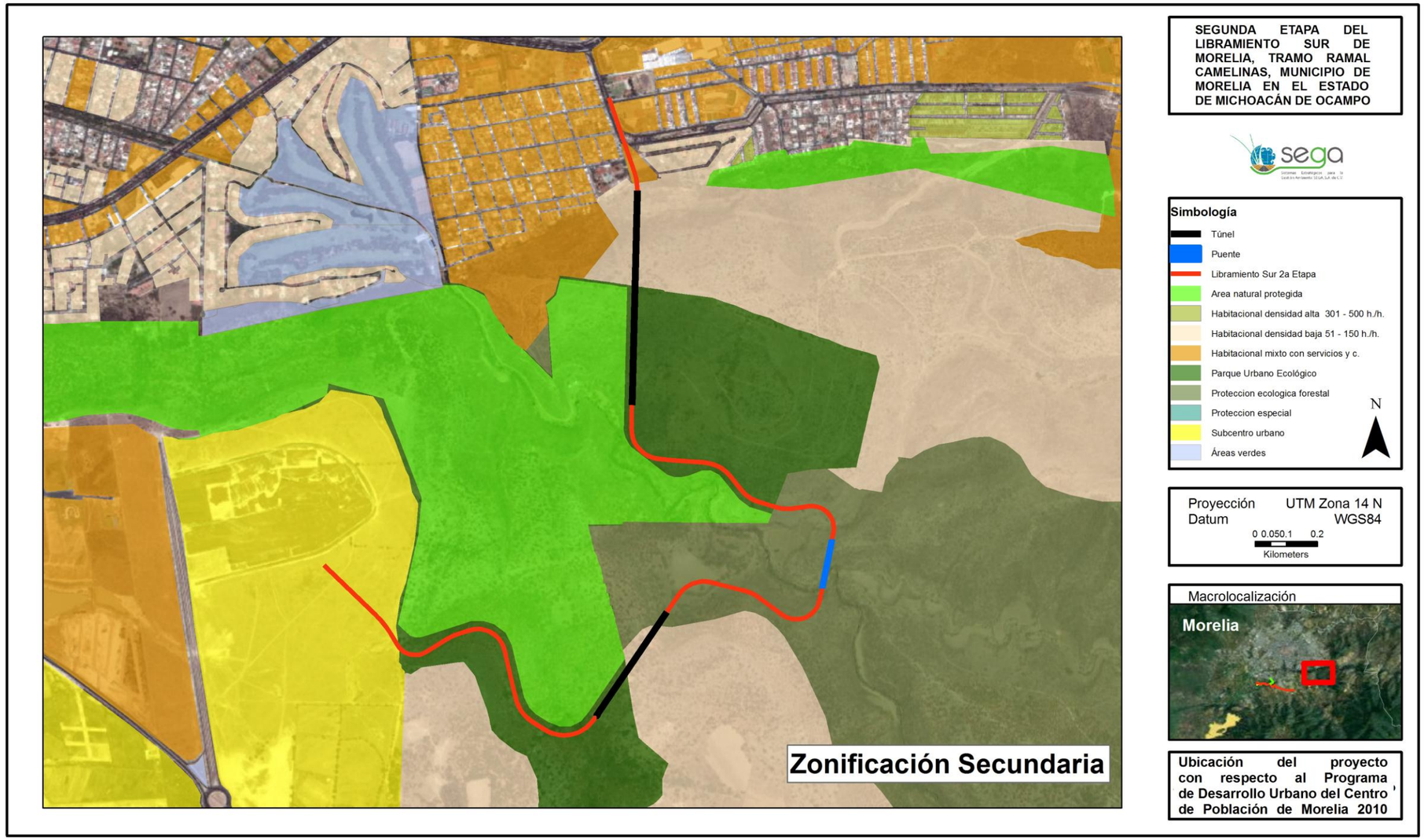


Figura III. 7. Túneles en la Zonificación Secundaria

Continuando con el análisis de lo que define el **PDUCP** para las dos últimas áreas por las que cruza el proyecto de la Zonificación Secundaria, tenemos:

> ***Protección Ecológica Forestal (Clave PEF).*** *Zonas que contienen especies forestales que por sus características se considera que tengan un aprovechamiento forestal racional. En estas zonas estarán permitidos de manera condicionada los usos de comercio y servicio de baja intensidad de uso que den servicio a las zonas rurales vecinas. Podrá desarrollarse la hotelería y el equipamiento básico de forma condicionada, así como también la industria maderera de forma condicionada, las instalaciones especiales de telecomunicaciones y el aprovechamiento de los recursos naturales, conforme a Tabla de Compatibilidades (TCUS).*

En esta área, expresamente se permite, de manera condicionada la instalación de servicios de baja densidad, por lo que la inclusión del tramo correspondiente de la vialidad es congruente con la zonificación que dispone el **PDUCP,** aunado que como ya se mencionó, más adelante se confirmará que el Instrumento en análisis contempla expresamente la vialidad en su apartado de "**Estrategia Vial**".

> ***Habitacional Mixto de Media Densidad con Comercio y Servicios (Clave HMS)****. Zonas que conforman los asentamientos urbanos, predominantemente habitacionales mezcladas con comercio, servicios y equipamiento de nivel básico de tipo barrial (baja intensidad), distrital y hasta urbano en menor escala. Para nuevos desarrollos en esta zona se recomienda una densidad de población media de hasta 300 hab/ha. Los predios con frente a corredores urbanos dejarán un área jardineada al frente de dos metros. Los giros comerciales y de servicios tendrán una restricción*

de 5 metros a partir del derecho de vía para estacionamiento (podrá integrarse a ésta el área verde).

En esta área, expresamente se permite la instalación de servicios, con una restricción para la instalación de estacionamientos, sin embargo, la limitante no es aplicable al caso que nos ocupa, ya que la vialidad no contempla estacionamientos, por lo que, la instalación del tramo correspondiente de la vialidad en el área de estudio es congruente con la zonificación que dispone el **PDUCP**.

Con lo expuesto, queda en evidencia que el proyecto también es congruente con lo que dispone la zonificación secundaria del **PDUCP,** aunado a que como se ha venido manifestando a lo largo del presente análisis y el multicitado **PDUCP** contempla expresamente la vialidad en su apartado de "**Estrategia Vial**".

Por otro lado, el **PDUCP** en la página 152 del Instrumento de Planeación en análisis, contempla en su numeral 3.8 la estructura vial y dispone lo siguiente:

Estructura vial

Conforme al Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, 2009-2030, se establece en su Línea Estratégica 1: Articulación regional, el impulsar las potencialidades económicas urbanas a través de la construcción de infraestructura y equipamiento regional, específicamente para la Región Cuitzeo, promoviendo el desarrollo industrial y de turismo histórico con infraestructura carretera y conexiones a las autopistas (Gobierno del Estado de Michoacán, 2009).

En este sentido, la estructura vial es fundamental para una adecuada movilidad urbana y enlaces regionales; conforme a esta estructura vial, se conectan los elementos que componen a una ciudad y a esta con su entorno, por lo que, consolidar al Centro de Población de Morelia en el sistema estatal, regional e intramunicipal de comunicación es una acción estratégica, que permitirá mejorar el sistema de enlaces con integración a las zonas más alejadas del Municipio que beneficien a las mayorías, para tal efecto la estrategia vial se compone de un sistema metropolitano, un sistema urbano y un sistema sub-urbano.

Aunado a lo anterior, es determinante mencionar que en la página 155 del **PDUCP**, incluye un plano el cual se denomina *"Figura 3.4. Estrategia vial para la ciudad de Morelia",* dicho plano contiene de manera ilustrada las vialidades que expresamente están planeadas e incluidas en la estrategia vial del instrumento para su desarrollo a futuro, siendo que el trazo del proyecto se encuentra claramente contemplado, lo cual refuerza y confirma lo expuesto a hasta este momento, en el sentido de que el proyecto es congruente y está expresamente integrado en el **PDUCP**.

Para mayor claridad en la siguiente figura se muestra el plano citado en el párrafo anterior que se ubica en la página 155 del PDUCP denominado *"Figura 3.4. Estrategia vial para la ciudad de Morelia":*

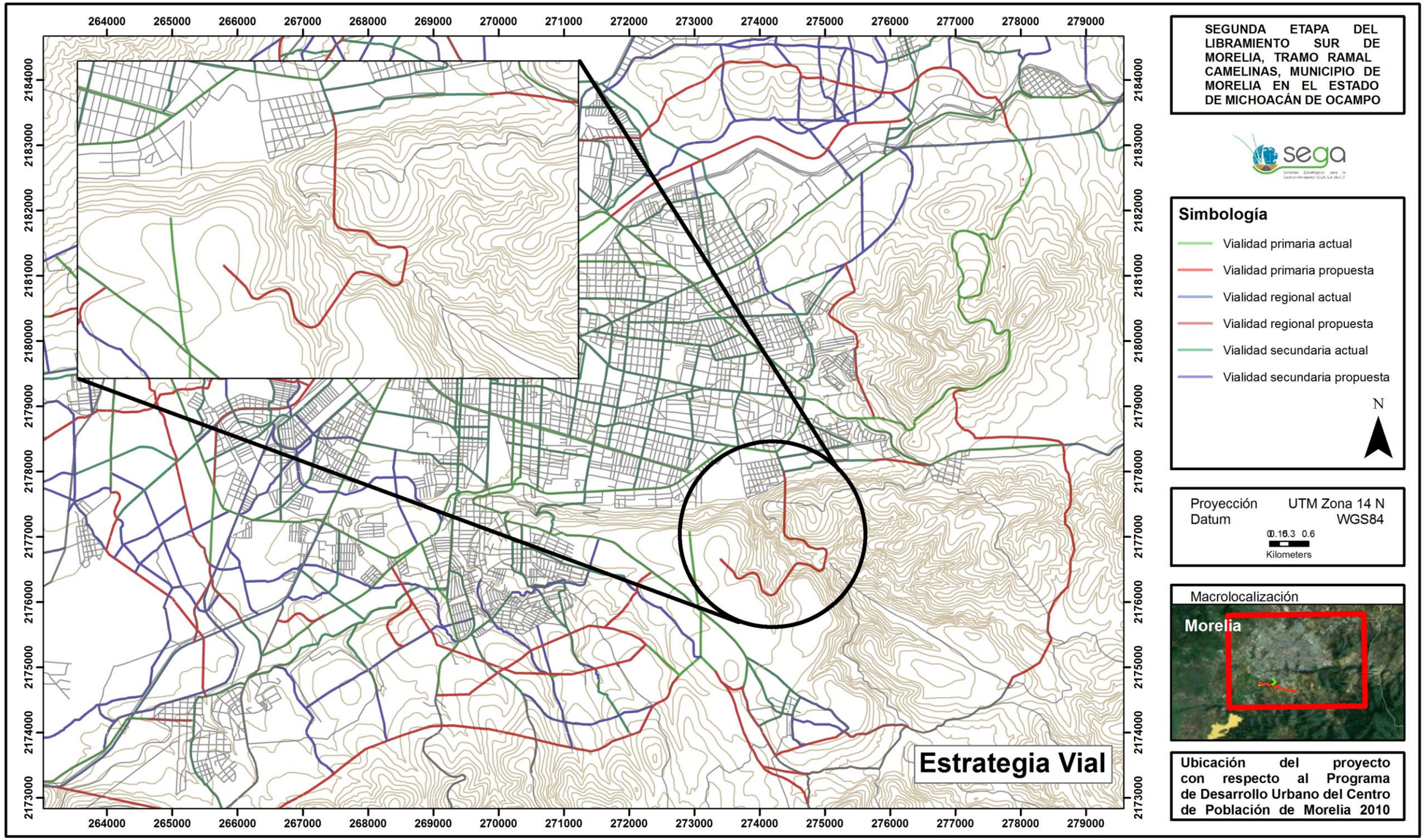


Figura III. 8 Estrategia vial del PDUCP que contempla la totalidad del trazo del proyecto.

De lo expuesto, se puede concluir contundentemente que el proyecto no sólo cumple con lo estipulado por el **PDUCP**, sino que además éste se encuentra expresamente contemplado en la estrategia Vial en el Instrumento de Planeación, tal como se evidenció en la figura que antecede, esto, con la finalidad de consolidar al Centro de Población de Morelia en el sistema estatal, regional e intramunicipal de comunicación, ya que esta obra fortalecerá el desarrollo turístico de la región, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto al Municipio de Morelia, como a otras localidades dentro y fuera de la entidad, así como el acceso a diferentes destinos de la zona.

También es importante retomar el análisis que aquí se concluye, respecto de la congruencia del proyecto con lo estipulado por el **PDUCP,** con lo que dispone la **UGA** PDUCP-15 del **POERCLCM,** ya que ésta en su criterio ecológico específico dispone que en dicha **UGA** se deberá observar las disposiciones del **PDUCP,** por lo que también se concluye que el proyecto es compatible con lo estipulado por **POERCLCM.**

III. 4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

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

De la revisión a las declaratorias de **ANP** existentes en el SAR donde se insertará el proyecto, se pudo corroborar que aledañas a la zona del proyecto se encuentran algunas **ANP**´s y Zonas de Protección Ambiental, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 7 Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Protección Ambiental aledañas al trazo del proyecto.

Nombre	Categoría	Carácter	Fecha de decreto
"Insurgente José María Morelos",	Área Natural Protegida.	Federal.	22 de febrero de 1939.
“Ex escuela Agrícola denominada la Huerta”	Área Natural Protegida.	Estatal.	31 de enero de 2005.
“Cerro de Punhuato”	Área Natural Protegida.	Estatal.	26 de enero de 2005.
Loma de Santa María y depresiones Aledañas, del Municipio de Morelia	Zona de Restauración y Protección Ambiental.	Estatal.	13 de diciembre de 2009.
“Cañada del Río Chiquito”	Zona de Restauración y Protección Ambiental.	Estatal.	29 de abril de 2001.
“Pico Azul”	Zona de Protección Ambiental.	Estatal.	13 de septiembre de 2011.
“Parque Francisco Zarco” del ejido del “Rincón”, del Municipio de Morelia, Michoacán,	Área Natural Protegida.	Estatal.	15 de febrero de 2008

Es importante destacar que dichas áreas se citan con la finalidad de evidenciar su existencia, pero considerando que el trazo del proyecto no cae dentro de la poligonal de alguna de éstas, no se hace mayor vinculación jurídica, sin embargo en el capítulo IV del presente documento se incluirá información de carácter ambiental a mucho mayor nivel de detalle.

Para mayor claridad, en las dos figuras que se muestran a continuación se apreciará el trazo del proyecto con relación a las áreas citadas en la tabla anterior:

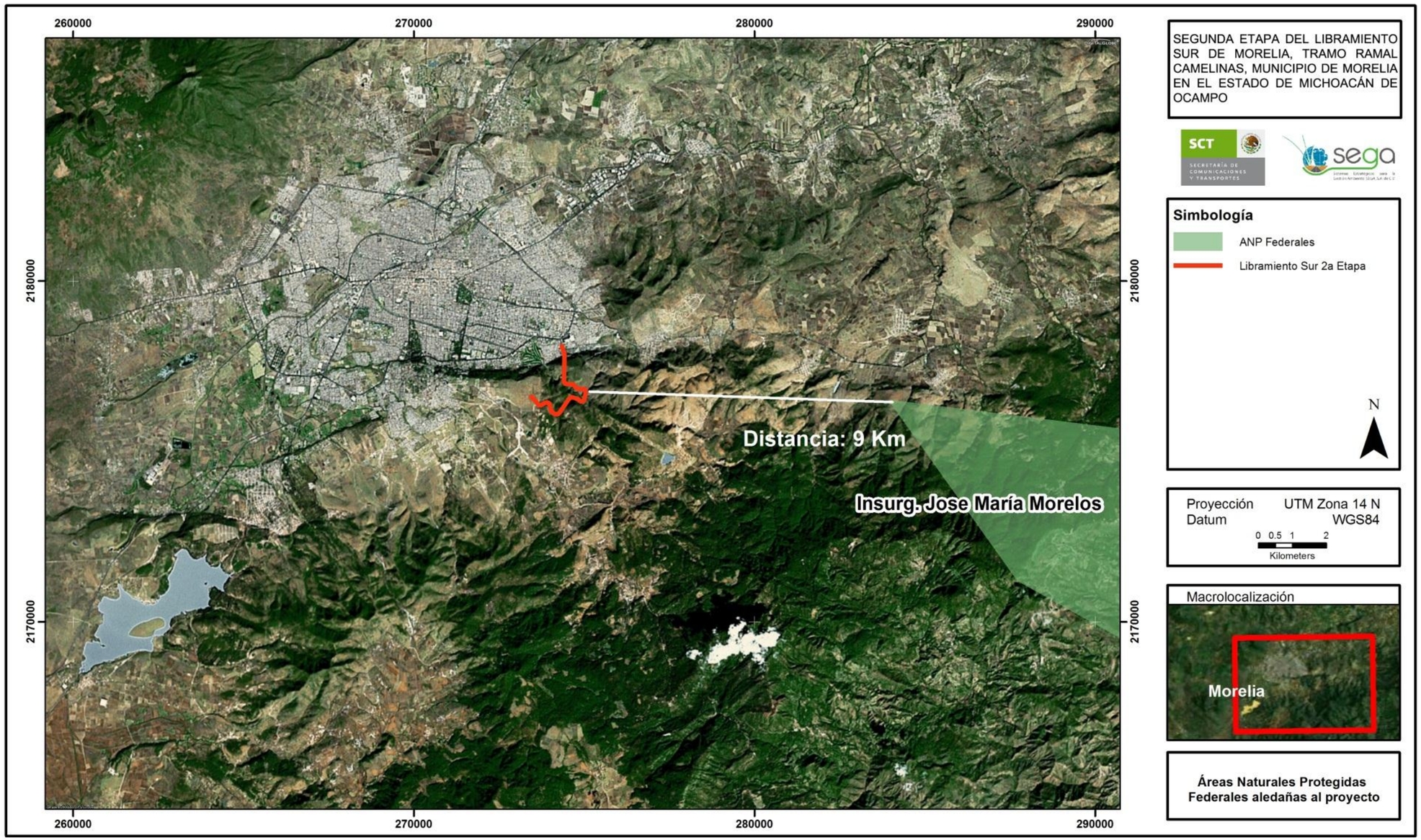


Figura III. 9. Áreas Naturales Protegidas Federales aledañas al proyecto

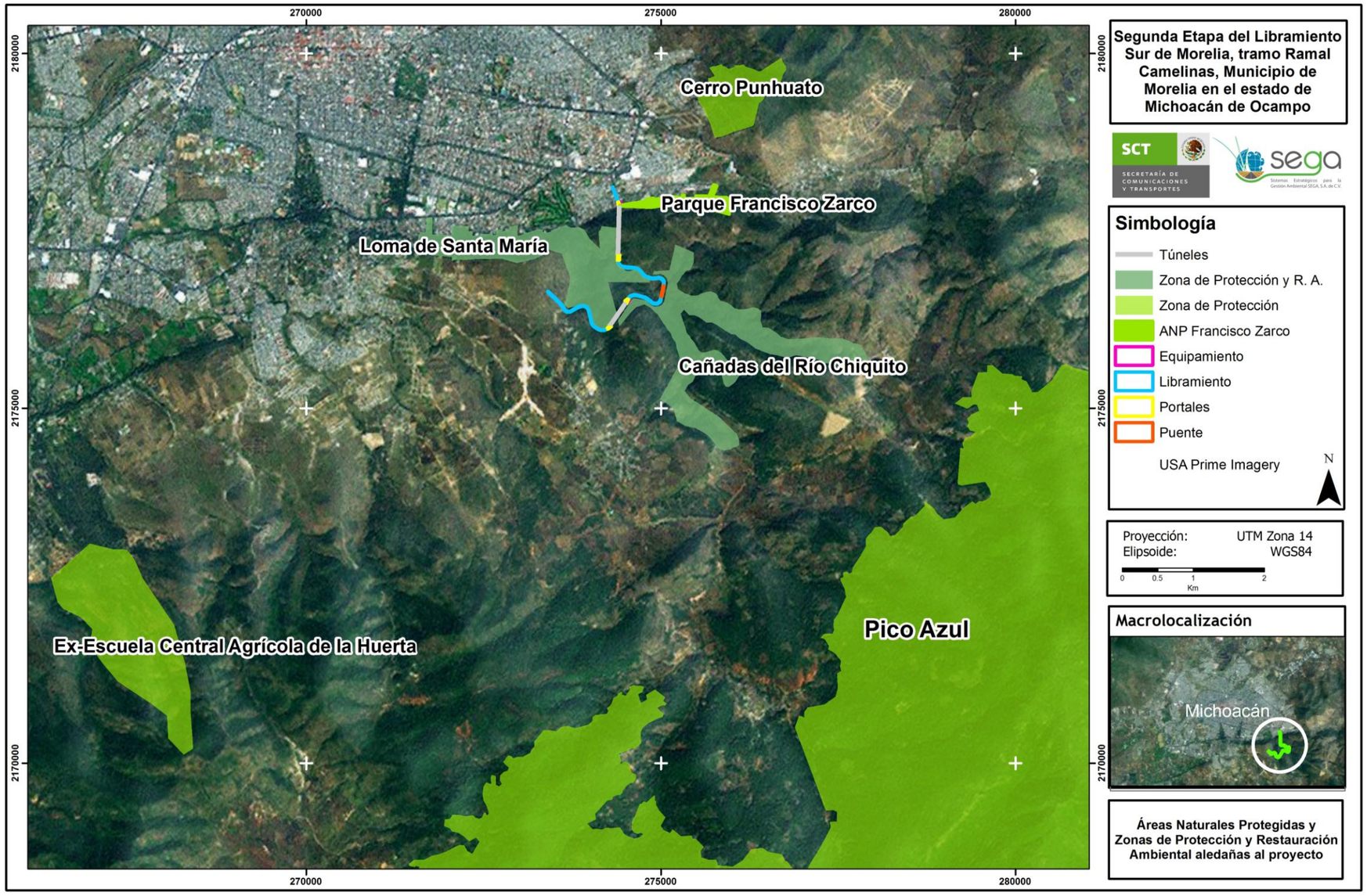
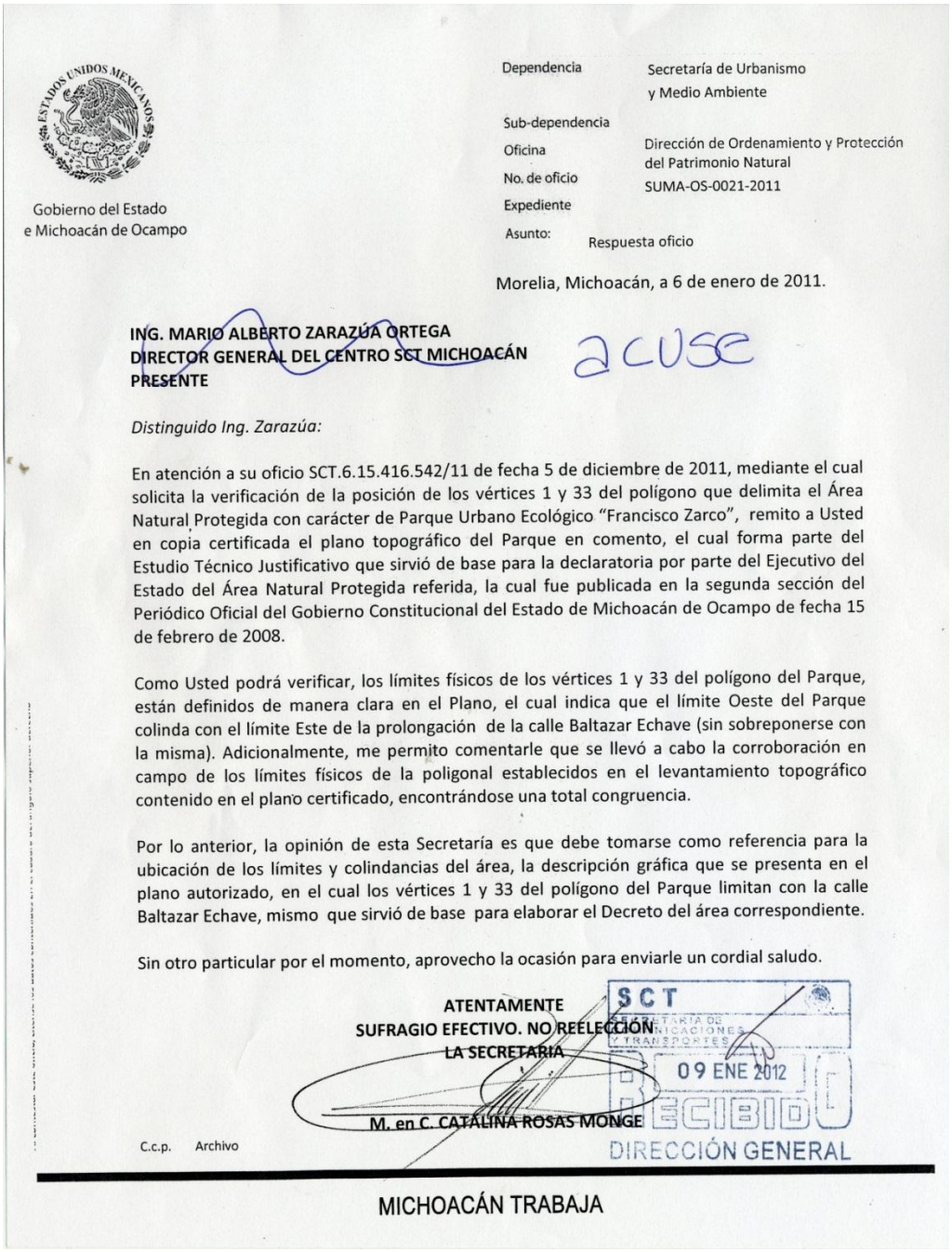


Figura III. 10 Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Protección Ambiental aledañas al proyecto.

Continuando con el análisis, de la imagen anterior se puede apreciar que una parte del trazo del proyecto (segundo túnel, el cual desemboca en la calle Baltazar Echave), colinda con el límite Oeste del **ANP** Estatal, denominada **"Parque Francisco Zarco" del ejido del "Rincón", del Municipio de Morelia, Michoacán,** situación que fue confirmada mediante oficio número SUMA-OS-0021-2011, de fecha 6 de enero del 2012, emitido por la M. en C. Catalina Rosas Monge, Titular de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA), dependencia del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo que tiene entre otras atribuciones las de establecer, delimitar, regular, administrar, difundir y vigilar las áreas naturales protegidas del Estado de Michoacán.

Es decir, la autoridad competente para delimitar y administrar las ANP´s de carácter estatal, la SUMA, indicó a través del oficio a que se hace referencia, que de conformidad con la copia certificada del plano que sirvió como base para elaborar el decreto de creación el ANP, adjunto al citado oficio que*, "…el límite Oeste del Parque colinda con el límite Este de la prolongación de la calle Baltazar Echave* ***(sin sobreponerse con la misma).*** *Adicionalmente me permito comentarle que se llevó a cabo la corroboración en campo de los límites físicos de la poligonal establecidos en el levantamiento topográfico contenido en el plano certificado, encontrándose una total congruencia."* (El subrayado y resaltado es nuestro.)

Lo anterior se puede corroborar con las imágenes del oficio número SUMA-OS-0021-2011 y de la copia certificada del plano que sirvió como base para elaborar el decreto de creación del ANP y que se encuentra firmado por el entonces Gobernador del Estado de Michoacán, que se muestran en las dos siguientes figuras:



Gobierno del Estado
e Michoacán de Ocampo

Dependencia: Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente
Sub-dependencia:
Oficina: Dirección de Ordenamiento y Protección del Patrimonio Natural
No. de oficio: SUMA-OS-0021-2011
Expediente:
Asunto: Respuesta oficio

Morelia, Michoacán, a 6 de enero de 2011.

ING. MARIO ALBERTO ZARAZÚA ORTEGA
DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO SCT MICHOACÁN
PRESENTE

acuse

Distinguido Ing. Zarazúa:

En atención a su oficio SCT.6.15.416.542/11 de fecha 5 de diciembre de 2011, mediante el cual solicita la verificación de la posición de los vértices 1 y 33 del polígono que delimita el Área Natural Protegida con carácter de Parque Urbano Ecológico "Francisco Zarco", remito a Usted en copia certificada el plano topográfico del Parque en comento, el cual forma parte del Estudio Técnico Justificativo que sirvió de base para la declaratoria por parte del Ejecutivo del Estado del Área Natural Protegida referida, la cual fue publicada en la segunda sección del Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo de fecha 15 de febrero de 2008.

Como Usted podrá verificar, los límites físicos de los vértices 1 y 33 del polígono del Parque, están definidos de manera clara en el Plano, el cual indica que el límite Oeste del Parque colinda con el límite Este de la prolongación de la calle Baltazar Echave (sin sobreponerse con la misma). Adicionalmente, me permito comentarle que se llevó a cabo la corroboración en campo de los límites físicos de la poligonal establecidos en el levantamiento topográfico contenido en el plano certificado, encontrándose una total congruencia.

Por lo anterior, la opinión de esta Secretaría es que debe tomarse como referencia para la ubicación de los límites y colindancias del área, la descripción gráfica que se presenta en el plano autorizado, en el cual los vértices 1 y 33 del polígono del Parque limitan con la calle Baltazar Echave, mismo que sirvió de base para elaborar el Decreto del área correspondiente.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN.
LA SECRETARIA

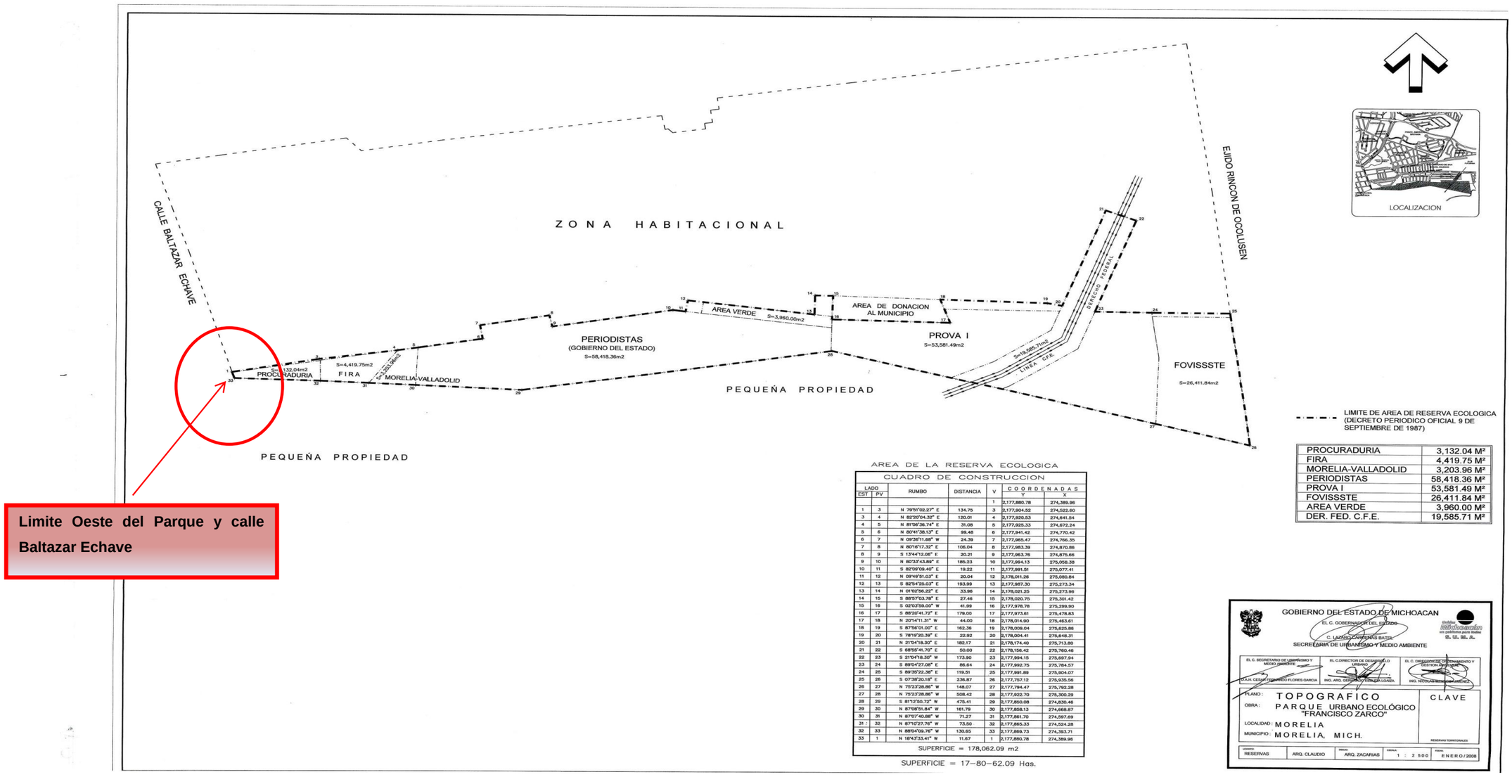
SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
09 ENE 2012
RECIBIDO
DIRECCIÓN GENERAL

M. en C. CATALINA ROSAS MONGE

C.c.p. Archivo

MICHOACÁN TRABAJA

Figura III. 11 Oficio SUMA No. SUMA-OS-0021-2011.



PROCURADURIA	3,132.04 M²
FIRA	4,419.75 M²
MORELIA-VALLADOLID	3,203.96 M²
PERIODISTAS	58,418.36 M²
PROVA I	53,581.49 M²
FOVISSSTE	26,411.84 M²
AREA VERDE	3,960.00 M²
DER. FED. C.F.E.	19,585.71 M²

Limite Oeste del Parque y calle Baltazar Echave

AREA DE LA RESERVA ECOLOGICA

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,177,880.78	274,389.96
1	3	N 79°51'02.27" E	134.75	3	2,177,904.52	274,522.60
3	4	N 82°30'04.32" E	120.01	4	2,177,920.53	274,641.54
4	5	N 81°06'39.74" E	31.08	5	2,177,925.33	274,672.24
5	6	N 80°41'38.13" E	99.48	6	2,177,941.42	274,770.42
6	7	N 09°36'11.68" W	24.39	7	2,177,965.47	274,766.35
7	8	N 80°16'17.32" E	106.04	8	2,177,983.39	274,870.86
8	9	S 13°44'12.05" E	20.21	9	2,177,963.76	274,875.66
9	10	N 80°33'43.89" E	185.23	10	2,177,994.13	275,058.38
10	11	S 82°09'09.40" E	19.22	11	2,177,991.51	275,077.41
11	12	N 09°49'51.03" E	20.04	12	2,178,011.26	275,080.84
12	13	S 82°54'25.03" E	193.99	13	2,177,987.30	275,273.34
13	14	N 01°02'56.22" E	33.96	14	2,178,021.25	275,273.96
14	15	S 88°57'03.78" E	27.46	15	2,178,020.75	275,301.42
15	16	S 02°03'59.00" W	41.89	16	2,177,978.78	275,299.90
16	17	S 88°20'41.72" E	179.00	17	2,177,973.61	275,478.63
17	18	N 20°14'11.31" W	44.00	18	2,178,014.90	275,463.61
18	19	S 87°56'01.00" E	162.36	19	2,178,009.04	275,625.86
19	20	S 76°19'20.39" E	22.92	20	2,178,004.41	275,648.31
20	21	N 21°04'18.30" E	182.17	21	2,178,174.40	275,713.80
21	22	S 68°55'41.70" E	50.00	22	2,178,156.42	275,760.46
22	23	S 21°04'18.30" W	173.90	23	2,177,994.15	275,697.94
23	24	S 89°04'27.05" E	86.64	24	2,177,992.75	275,784.57
24	25	S 89°35'22.35" E	119.51	25	2,177,991.89	275,904.07
25	26	S 07°38'20.16" E	238.87	26	2,177,757.12	275,935.56
26	27	N 75°23'28.85" W	148.07	27	2,177,794.47	275,792.28
27	28	N 75°23'28.85" W	508.42	28	2,177,922.70	275,300.29
28	29	S 81°12'50.72" W	475.41	29	2,177,850.08	274,830.46
29	30	N 87°08'51.84" W	161.79	30	2,177,858.13	274,668.87
30	31	N 87°07'40.88" W	71.27	31	2,177,861.70	274,597.69
31	32	N 87°07'27.76" W	73.50	32	2,177,865.33	274,524.28
32	33	N 88°04'09.76" W	130.65	33	2,177,869.73	274,393.71
33	1	N 18°43'33.41" W	11.67	1	2,177,880.78	274,389.96

SUPERFICIE = 178,062.09 m2

SUPERFICIE = 17-80-62.09 Has.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACAN

EL C. GOBERNADOR DEL ESTADO

C. LEONEL GODOY RANGEL

SECRETARIA DE URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE

EL C. SECRETARIO DE URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE — M.A.H. CESAR FERNANDO FLORES GARCIA

EL C. DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO — ING. ARQ. GERARDO ESTRADA LOAIZA

EL C. DIRECTOR DE ORDENAMIENTO Y GESTION AMBIENTAL — ING. NICOLAS MENDOZA MENDEZ

PLANO: TOPOGRAFICO

OBRA: PARQUE URBANO ECOLÓGICO "FRANCISCO ZARCO"

LOCALIDAD: MORELIA

MUNICIPIO: MORELIA, MICH.

CLAVE

RESERVAS | ARQ. CLAUDIO | ARQ. ZACARIAS | 1 : 2 500 | ENERO / 2008

Figura III. 12 Plano topográfico del Parque Urbano Ecológico "Francisco Zarco", firmado por el entonces Gobernador del Estado de Michoacán.

Ahora bien, es importante mencionar que el trazo de la carretera saliendo del segundo túnel se incorporará directamente en la calle Baltazar Echave, respetando el límite de la calle que colinda con el ANP.

Por lo anterior, considerando que la autoridad con atribuciones para delimitar las Áreas Naturales Protegidas del Estado de Michoacán confirma que el límite Oeste del polígono del ANP “Parque Francisco Zarco”, colinda con la calle Baltazar Echave, **sin sobreponerse con ésta**, queda en evidencia que el segundo túnel de la vialidad el cual llegará a la calle Baltazar Echave, calle limítrofe de la poligonal del ANP, no incide en ésta, es decir, aun cuando esta ANP se encuentra colindante el trazo de la carretera ninguno de los componentes del proyecto estará alojado dentro de su poligonal, ni alterará sus características actuales, tal y como se puede ver a continuación:

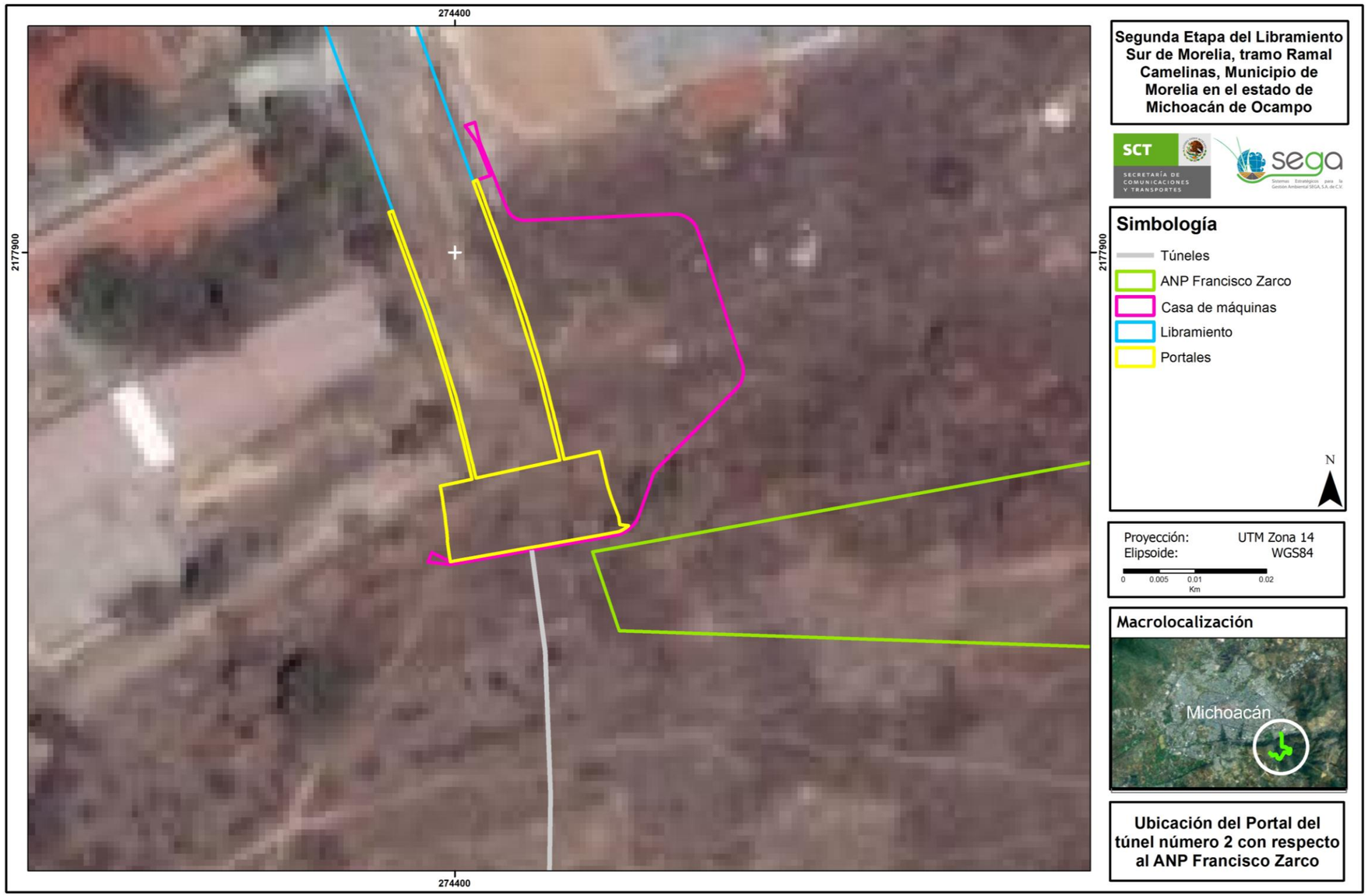


Figura III. 133 Obras contempladas en la proximidad al ANP "Francisco Zarco".

Una vez evidenciado que el trazo del proyecto no incide con la poligonal del ANP "Francisco Zarco" y tomando en cuenta lo que dispone la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto ambiental, el cual establece que las manifestaciones de impacto ambiental en su modalidad regional deberán contener una vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables, lo procedente es concluir que no existe una obligación legal de hacer mayor vinculación jurídica de las obras y actividades con los instrumentos de regulación del ANP.

No obstante lo anterior, en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se encontrará información de carácter ambiental de ésta con mayor nivel de detalle.

III.4.1 Zona Protectora Forestal Vedada.

Es importante mencionar que de una revisión a toda la normatividad que pudiera ser aplicable al proyecto que nos ocupa, fue localizado el Decreto que declara Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, cuyo Decreto fue emitido el 08 de septiembre de 1936, por el General Lázaro Cárdenas del Río, entonces Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, el cual en su artículo primero y segundo dispone lo siguiente:

"ARTICULO PRIMERO.- Se declara Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del río Chiquito de Morelia, Mich., dentro de los límites siguientes:
Partiendo de la hacienda del Molino hacia el Oriente, hasta llegar al cerro de La Nopalera, pasando por el puerto del Venado, hasta terminar en el cerro de Aparicio; de este punto, bajando hacia el

Sur, se sigue la línea que une los puntos del cerro alto con los cerros de Punta de Tierra y La Rosa, cambiando de dirección hacia el Suroeste se continúa hasta el cerro Azul siguiendo por los parajes denominados Cruz de Piedra, Puerto de Campanario, Puerto del Sauz, La Lechugilla, Agua Zarca y La Mora; de este punto y con dirección al Oeste se sigue la línea recta que pasa por la Cruz de los Zimbos o cruz Gorda y llega al cerro Verde; de aquí, con rumbo al Noroeste, se llega la Puerto de Zimpanio; volviendo a cambiar de dirección hacia el Noreste se sigue la línea hasta encontrar el puerto del Tejocote Redondo y siguiendo la misma recta se llega al poblado de Jesús del Monte y, finalmente, de este punto el polígono se cierra encontrando el punto de partida o sea la hacienda del Molino.

ARTICULO SEGUNDO.- Como consecuencia de lo dispuesto en el artículo anterior, queda prohibido por tiempo indefinido la explotación comercial de los bosques existentes en dicha zona.".
El subrayado es nuestro.

De lo anterior, se desprende que en su momento la cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, fue decretada Zona Protectora Forestal Vedada, sin embargo por la fecha y las condiciones en que fue declarada, tal como se desprende de la lectura de su Artículo Primero, actualmente no es posible delimitar con exactitud su polígono para determinar si ésta se deberá vincular con las obras y actividades que integran el proyecto ya que el Decreto en cita no tiene coordenadas, ahora bien, con la finalidad de obtener una referencia se procedió a realizar un ejercicio con la información contenida en dicho artículo.

El ejercicio consistió en ubicar mediante un sistema de información geográfica, los lugares o referencias citadas en el artículo primero del decreto, esto con la intención de ir formando una poligonal, de lo cual fueron ubicados los puntos siguientes y que formaron el polígono que se muestra en la siguiente figura:

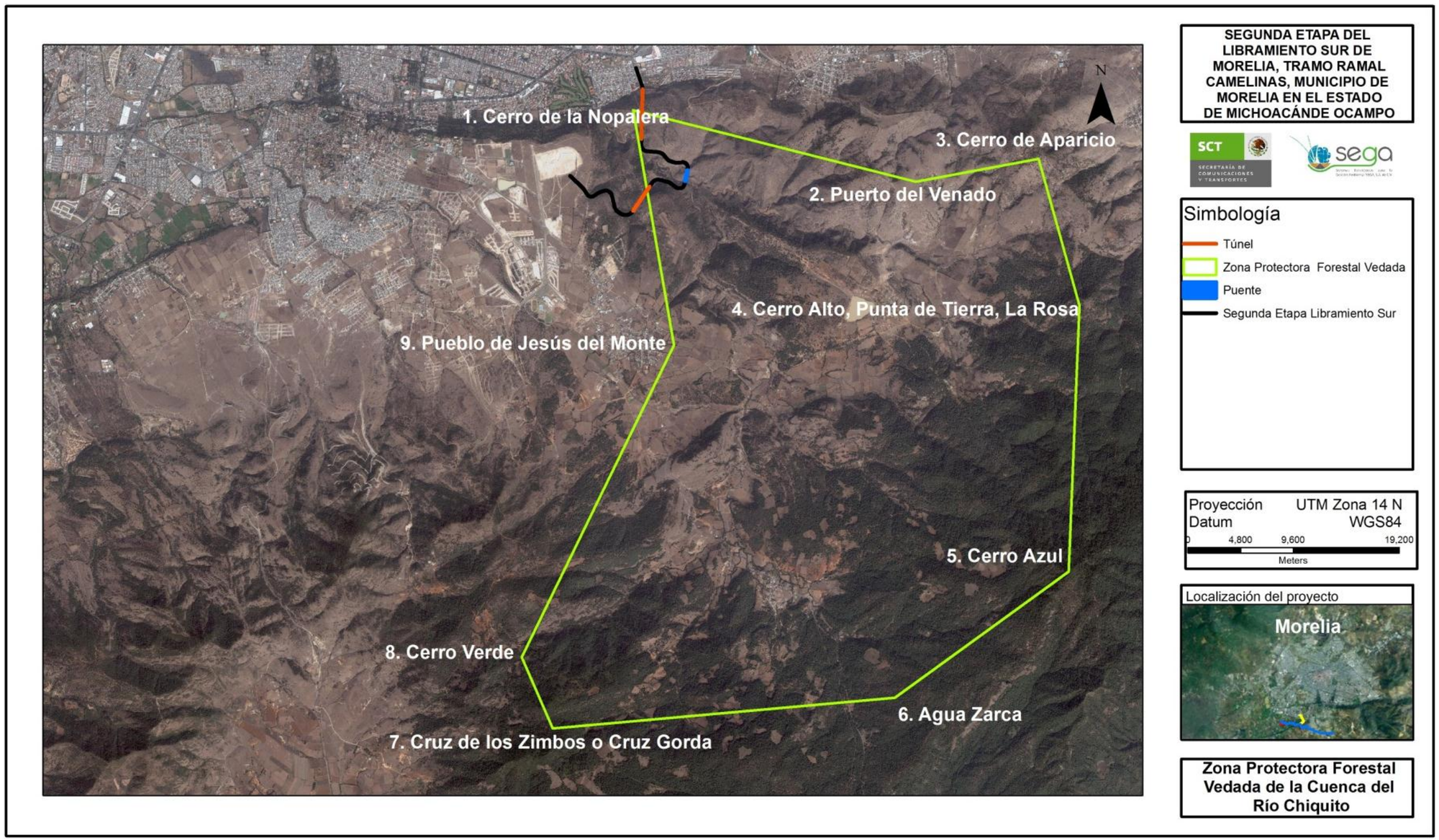


Figura III. 14 Zona Protectora Forestal Vedada de la Cuenca del Río Chiquito.

Del resultado anterior se desprende que, parte del trazo del proyecto, se encuentra dentro de dicha área.

Por lo expuesto, se puede presumir que el Decreto que declara Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, emitido el 08 de septiembre de 1936 podría ser aplicable a las obras y actividades que integran el proyecto que nos ocupa, por lo que suponiendo sin conceder se manifestarán las consideraciones procedentes.

Tomando en cuenta que, con fecha 08 de septiembre de 1936, fue decretada Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, que actualmente se inserta en la poligonal que refleja la figura anterior, primeramente se considera necesario determinar si el decreto en análisis se encuentra vigente.

A lo cual se manifiesta que, tomando en cuenta que el decreto citado dispone en su artículo segundo que "*queda prohibido por tiempo indefinido la explotación comercial de los bosques existentes en dicha zona*", lo jurídicamente procedente es, confirmar que las disposiciones del citado decreto se pueden actualizar conforme con lo que establece la actual Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDFS**) u artículo 58, fracción II, referente a los aprovechamientos de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales; sin embargo, es importante manifestar que la fracción I del citado artículo se refiere al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que se puede concluir que dicha **LGDFS** regula tanto el aprovechamiento de recursos forestales, como el cambio de uso de suelo forestal, en materias y procedimientos legales diferentes.

Por lo expuesto, es evidente que para el proyecto que nos ocupa, no se llevará a cabo un aprovechamiento forestal con fines comerciales, solo se llevará a cabo el cambio de uso de suelo para la instalación de una vía general de comunicación, la cual requerirá el cambio de uso del suelo de terrenos forestales en una superficie de 3.09 ha, por lo que, es jurídicamente notorio que estamos frente a un supuesto legal distinto al que en su momento decretó la Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, emitido el 08 de septiembre de 1936 y que se actualiza con el artículo 58 fracción II de la **LGDFS.**

De lo anterior, se concluye que, la **LGDFS** regula materias por separado y establece procedimientos distintos para el aprovechamiento forestal comercial y para el cambio de uso de suelo, siendo que para el caso que nos ocupa para la vialidad que se pretende instalar, **únicamente se llevará cabo el cambio de uso de suelo, mas no un aprovechamiento forestal comercial, objeto justamente del decreto a que se hace referencia**. Por lo que, finalmente es importante destacar que de conformidad con la **LGDFS**, la promovente deberá presentar su solicitud de cambio de uso de suelo forestal por las 3.09 ha, para que la autoridad correspondiente resuelva lo que conforme a la normatividad aplicable sea procedente.

Por lo expuesto, queda en evidencia que el proyecto no se contrapone con lo dispuesto por el decretó de la Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, de fecha 08 de septiembre de 1936, ya que NO pretende ni tiene por objeto llevar a cabo un aprovechamiento forestal.

III.5 REGIONALIZACIÓN DEL TERRITORIO EN REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP), REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP), REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad.

En este contexto, el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas. Estas delimitaciones regionales no tienen la facultad de regular el uso de suelo, por lo que no prohíben ni establecen condiciones para obras o actividades en su interior, y tampoco tienen la facultad de normar, en este caso, obras de infraestructura. Por ello, estas regionalizaciones no son jurídicamente vinculantes con el proyecto que se presenta, sin embargo fueron tomadas en consideración a efecto de identificar elementos, factores y fragilidad de los ecosistemas involucrados a lo largo del trazo carretero a modernizar dentro del área que ocupa el Sistema Ambiental Regional.

El proyecto en comento no afecta una RTP, ni una RMP, ni una AICA sin embargo, de acuerdo con los instrumentos de regulación de la CONABIO la Región Hidrológica Prioritaria Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas es la única región que tiene influencia con el proyecto ya que el SAR se ubica dentro de la RHP, la cual abarca territorio tanto del Estado de Michoacán como de Guanajuato, tal como se podrá apreciar en las siguientes figuras:

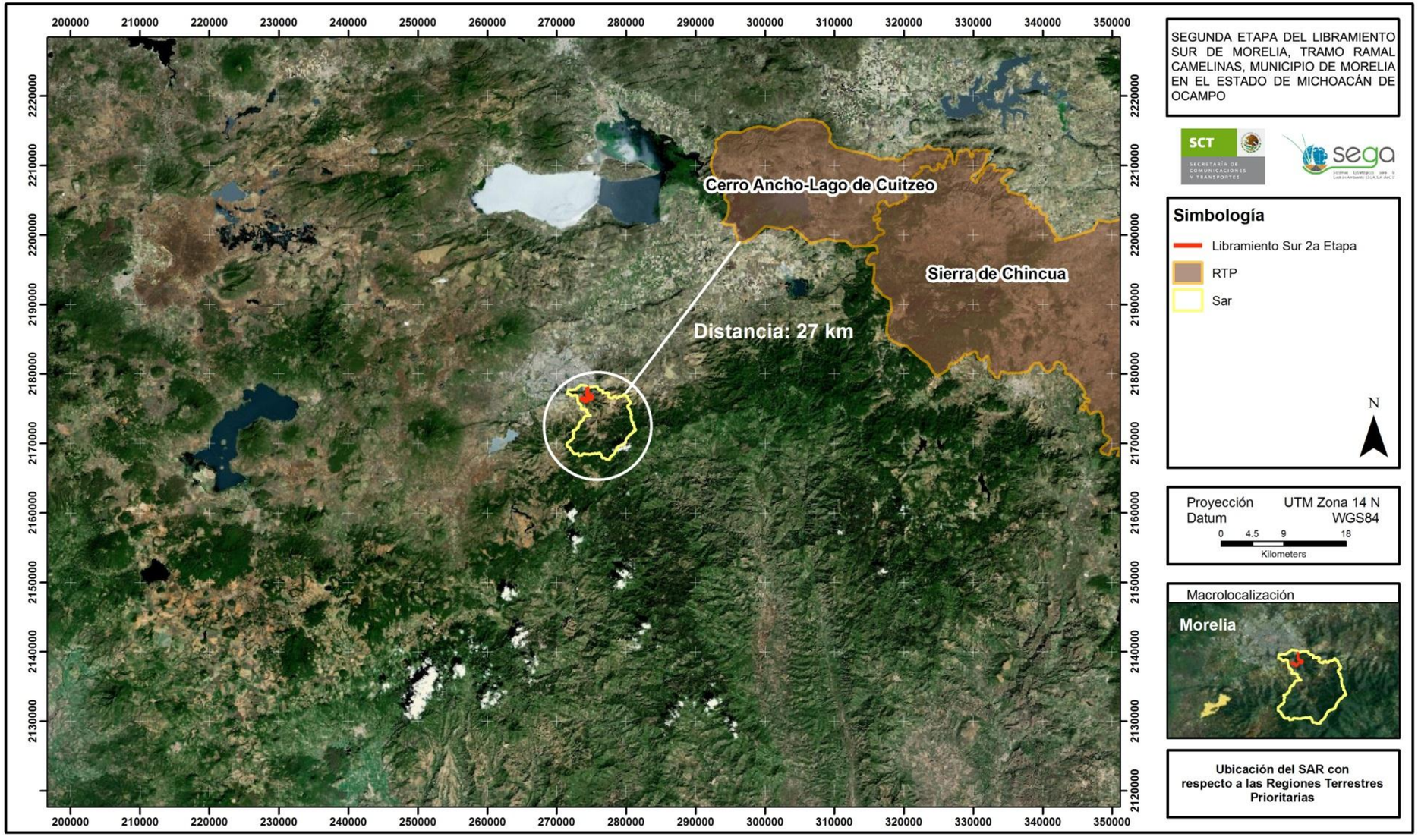


Figura III. 15 Ubicación del proyecto y su SAR respecto de las RTP´s de la zona.

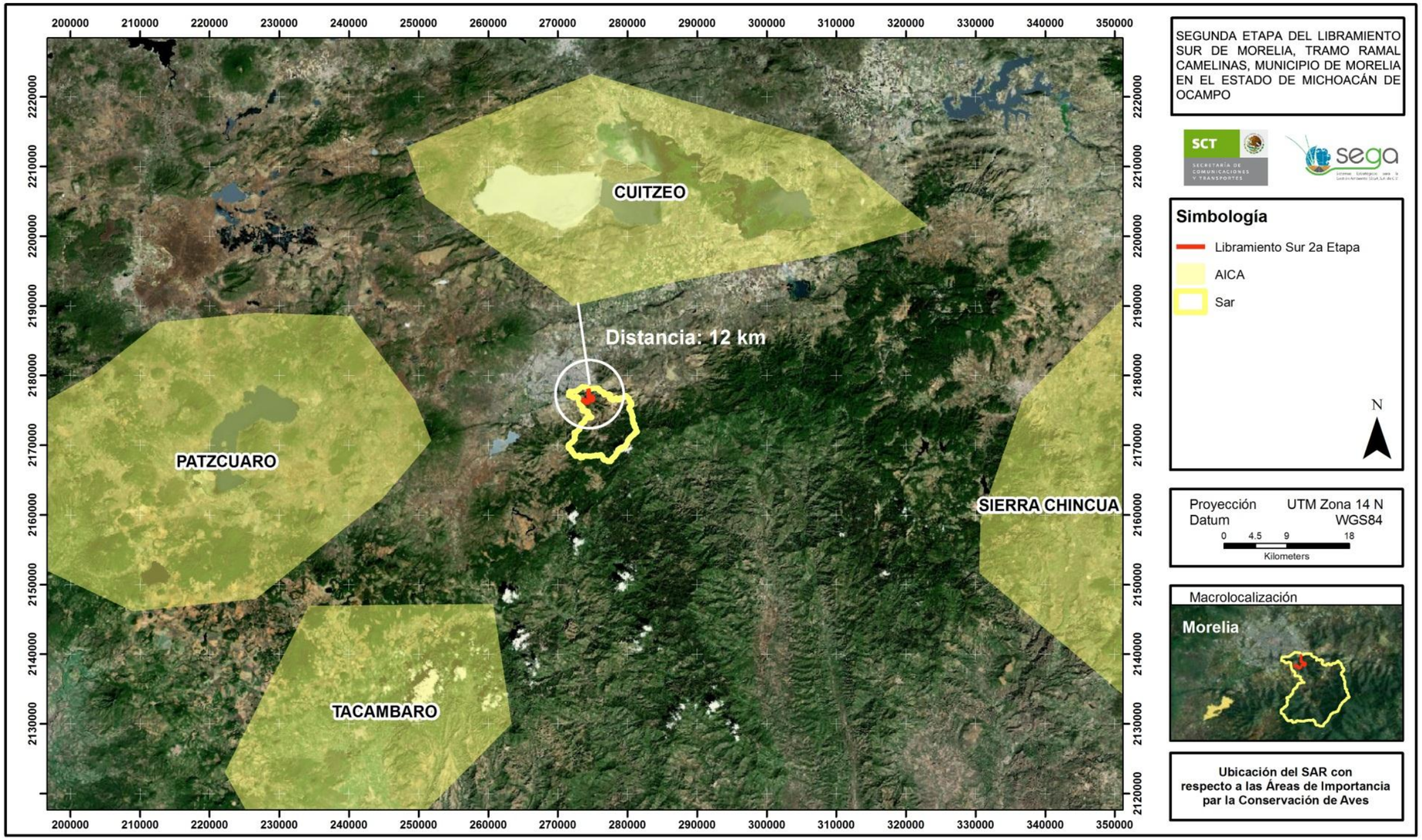


Figura III. 16 Ubicación del Proyecto y su SAR respecto las AICAS de la zona.

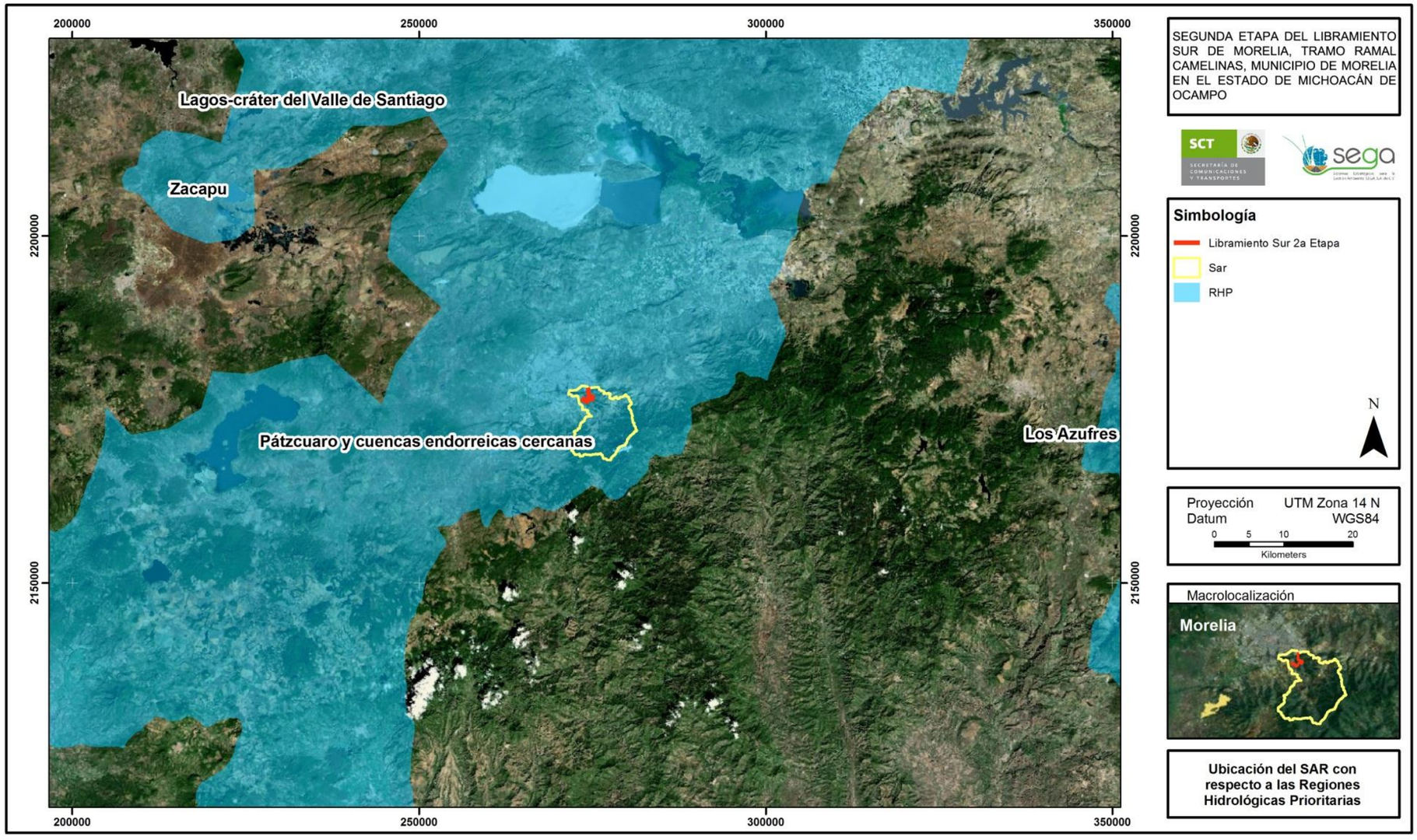


Figura III. 17 Ubicación del proyecto y su SAR respecto de las RHP´s de la zona

De las figuras anteriores se confirma que la Región Hidrológica Prioritaria Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas es la única región que tiene influencia con el proyecto ya que el SAR se ubica dentro de la RHP, por lo que cómo fue mencionado al inicio del presente numeral, éstas delimitaciones regionales no tienen regulan el uso de suelo, por lo que no prohíben ni establecen condiciones para obras o actividades en su interior, y tampoco tienen la facultad de normar, en este caso, obras de infraestructura. Por ello, estas regionalizaciones no son jurídicamente vinculantes con el proyecto que se presenta, sin embargo fueron tomadas en consideración en los subsecuentes capítulos de ésta Manifestación de Impacto Ambiental, a efecto de identificar elementos, factores y fragilidad de los ecosistemas involucrados a lo largo del trazo carretero a modernizar dentro del área que ocupa el Sistema Ambiental Regional.

III.6 CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.

III.6.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Esta Ley contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo de un proyecto como la construcción del proyecto **“Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo”**. Así, en el Artículo 28 se establece que la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca evitar o reducir al mínimo los

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

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define con mayor precisión las atribuciones de la Secretaría y los tipos de obras y actividades que requieren manifestar el impacto ambiental, la modalidad correspondiente y el alcance de los estudios. La construcción de la vialidad que nos ocupa, requiere de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional por ser una vía general de comunicación, ya que será construída con recursos federales, ya que los recursos para su construcción serán aportados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y requiere la evaluación de los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo en 3.09 Ha que presentan cubierta vegetal forestal y por las acciones para la construcción de un puente que se llevarán a cabo en la zona federal del cauce del Río Chiquito.

Tabla III. 8. Vinculación con Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y propuesta de cumplimiento

Artículo de Ley	Cumplimiento
LGEEPA **ARTÍCULO 28.** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones	Esta construcción de la segunda etapa del Libramiento sur de Morelia, como tal, encuadra con lo

Artículo de Ley	Cumplimiento
a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **I.-** Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;… **VII.-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. **X.-** Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;	dispuesto por la fracción I de la LGEEPA, bajo el rubro de vías generales de comunicación. A lo dispuesto por la fracción VII de dicha Ley, por cambio de uso del suelo en 3.09 Ha que presentan cubierta vegetal forestal. Y a lo establecido por la fracción X de ésta Ley, por el desarrollo de obras y actividades en la zona federal del Río Chiquito. Por consiguiente, el promovente del proyecto presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en la materia correspondiente, incluyendo la evaluación de los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo y los de las acciones en la zona federal del cauce del Río Chiquito.

Artículo de Ley	Cumplimiento
ARTÍCULO 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una **manifestación de impacto ambiental**, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En cumplimiento de esta disposición, se elaboró y se somete la presente manifestación de impacto ambiental al procedimiento de evaluación ante la instancia federal competente.
ARTÍCULO 35. Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la	En este capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indican todas las disposiciones aplicables en la materia. Tal y como se muestra en el contenido del presente capítulo no se identificaron instrumentos de política ambiental o normatividad alguna que limite el desarrollo del proyecto. Es importante considerar que con

Artículo de Ley	Cumplimiento
Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente …	relación al Segundo Párrafo del Artículo 35 de la LGEEPA en análisis, el presente estudio fue elaborado considerando no solo la afectación puntual que un proyecto de esta naturaleza pueda tener, sino también se consideraron las implicaciones potenciales a los ecosistemas y sus procesos que los definen. Es decir, la evaluación de impacto ambiental llevada a cabo fue desarrollada bajo el enfoque ecosistémico.
Artículo 98. Establece en el párrafo segundo, que el uso de los suelos debe hacerse de manera que mantengan su integridad física y su capacidad productiva, y en el Tercero, que los usos productivos del	En el Capítulo VI de este documento se establecen las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales adversos.

Artículo de Ley	Cumplimiento
suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.	

Tabla III. 9. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y propuesta de cumplimiento.

Artículo Reglamentario de Ley	Cumplimiento
ARTÍCULO 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: **B)** Vías Generales de Comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: **O)** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas: **I.** Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con	El proyecto consiste en la construcción de una carretera, la cual será construida con fondos Federales (SCT), implica el cambio de uso del suelo de vegetación forestal en una superficie de afectación de 3.09 Ha, y se llevarán a cabo actividades en la zona federal del Río Chiquito, por ello se presenta esta MIA-R para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo Reglamentario de Ley	Cumplimiento
vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables. **R)** Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales: **I.** Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y **II.** Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, ...	
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.	En cumplimiento de esta disposición, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental, misma que contiene la información relevante sobre las circunstancias ambientales relacionadas con la realización del proyecto, desarrollada en VIII Capítulos en los que se hace una descripción de los posibles

Artículo Reglamentario de Ley	Cumplimiento
	efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: **I.** Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.	El proyecto se construirá con fondos federales, por lo que se considera una vía general de comunicación de conformidad con lo que dispone el artículo 2 inciso C), de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; la modalidad de este estudio, es por tanto, Regional.
Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;	En este estudio se desarrollan los ocho rubros señalados. La información se presenta en capítulos, cada uno de los cuales corresponden a los incisos del artículo 13 del REIA.

Artículo Reglamentario de Ley	Cumplimiento
IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

III.6.2. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del 3 de julio de 2000 y tiene como objetivo la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla III. 10. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre y propuesta de cumplimiento.

Artículo de Ley	Cumplimiento
Artículo 1. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana, y en el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo.	El presente proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ninguna especie ni recurso forestal. Sin embargo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán impactos sobre individuos silvestres, por lo cual el proyecto queda obligado al cumplimiento de las disposiciones de la LGVS.

Artículo de Ley	Cumplimiento
Artículo 2. En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.	El presente proyecto buscará respetar y cumplir cada uno de los ordenamientos que marcan las leyes vigentes. Esta Manifestación hace la vinculación respectiva con la LGEEPA, en la Tabla 14.
Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	Como ya se mencionó, las actividades de la obra en comento no consideran la realización de ningún tipo de aprovechamiento. El término aprovechamiento es definido por la Real Academia Española como la acción o efecto de aprovechar, que a su vez se define como emplear útilmente algo, que produce provecho o fruto. Con base en estas definiciones tenemos que para el desarrollo del proyecto no se realizará aprovechamiento de los recursos forestales, del material desmontado no se sacará provecho alguno, su remoción es necesaria para la construcción del trazo y en ningún caso se tiene el objetivo de

Artículo de Ley	Cumplimiento
	aprovechar lo removido. La obra provocará afectaciones a la fauna y se requerirá el desmonte de 3.09 Ha de vegetación forestal existente dentro del derecho de vía. Por lo anterior, el promovente se compromete a realizar las medidas de mitigación y protección ambiental estipuladas en el Capítulo VI de esta manifestación.
Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	Se ejecutarán las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI, y los programas específicos tendientes a minimizar los efectos negativos de la construcción y operación del trazo sobre la vida silvestre y su hábitat.

Artículo de Ley	Cumplimiento
Capítulo VI en sus artículos **29 al 31** señalan que la captura y el manejo de la fauna silvestre debe ser digno y respetuoso que les cause el menor estrés posible.	La fauna silvestre será ahuyentada con ruidos, y las de lento desplazamiento serán capturadas por personal calificado e implementando técnicas de manejo que minimicen el riesgo de estrés. Posteriormente serán confinadas en bolsas de lona, contenedores de acrílico o las mismas trampas empleadas para su captura, y posteriormente serán liberadas en sitios con condiciones apropiadas. Habrá supervisión que verifique y documente el proceso de acuerdo a la medida aplicable. Además, quedará prohibido molestar o capturar fauna silvestre.

III.6.3. LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

Esta Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los que constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de auto transporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Por eso, la construcción de la **"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo",** surge de las atribuciones que la Ley concede a la SCT.

Si bien su enfoque no se orienta a regular los aspectos ambientales de las obras, sus disposiciones tienen efecto en algunos elementos del medio ambiente. Esto incluye el considerar que son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

Tabla III. 11. Vinculación con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal y propuesta de cumplimiento

Artículo de Ley	Cumplimiento
Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos	El proyecto corresponde a la construcción **"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo"**.

Artículo de Ley	Cumplimiento
operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.	
Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones: Planear, formular y conducir las políticas y programas para el desarrollo de los caminos, puentes, servicios de autotransporte federal y sus servicios auxiliares; Construir y conservar directamente caminos y puentes; Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso; Vigilar, verificar e inspeccionar que los caminos y puentes, así como los servicios de autotransporte y sus servicios auxiliares, cumplan con los aspectos técnicos y normativos correspondientes;	La SCT realizó la planificación de esta obra y llevará a cabo las labores de inspección durante la construcción.

III.6.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

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

Tabla III. 12. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y propuesta de cumplimiento.

Artículo de Ley	Cumplimiento
ARTICULO 3. II. Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales, así como la ordenación y el manejo forestal.	De acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la vegetación forestal es: "*conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, matorrales, selvas, zonas áridas y semiáridas y otros ecosistemas dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales*". En este caso se afectará una superficie de 3.09 Ha de vegetación forestal.

Artículo de Ley	Cumplimiento
	Se aplicarán, durante la ejecución del cambio de uso de suelo, las directrices que establezca el resolutivo que se obtenga en esta materia bajo lo indicado en el Estudio Técnico Justificativo que se elabora y se presente a evaluación.
Artículo 24, **fracción VIII,** que establece que la Federación, a través de la Secretaría y de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de los estados y los municipios asuman la función de autorizar el cambio de uso del suelo de los terrenos de uso forestal.	Se presentará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) ante la autoridad federal competente con el fin de que se autorice el cambio de uso de suelo de 3.09 Ha con vegetación forestal, según definición de esta ley.
Artículo 34, fracciones II y **XV** mencionan que son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, el desarrollo de infraestructura y que la realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro severo de los recursos forestales, debe incluir acciones	Una vez autorizada esta MIA-R, se presentará el ETJ donde también se establecerán medidas compensatorias mismas que deberán ser evaluadas por la autoridad competente.

Artículo de Ley	Cumplimiento
equivalentes para la regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos.	
Artículo 117. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales previa opinión técnica de los miembros del consejo estatal forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.	Se presentará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente a fin de, en su caso, obtener la autorización. El procedimiento administrativo en la materia implica la obtención de la opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal del Estado de Michoacán.

Tabla III. 13. Vinculación con el Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y propuesta de cumplimiento.

Artículo de Ley	Cumplimiento
Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado	En cumplimiento de este Artículo, el Estudio Técnico

Artículo de Ley	Cumplimiento
deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente: I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.	Justificativo también se preparará y se presentará para su correspondiente valoración. Las obras y actividades no se iniciarán hasta contar con estas autorizaciones.

III.6.5. Normas Oficiales Mexicanas

En lo referente a la protección del ambiente, el Título Cuarto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente prohíbe la descarga de

contaminantes que alteren la atmósfera o que provoquen degradación o molestias en perjuicio del ecosistema.

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

- La contaminación del suelo.
- Alteraciones en las características físicas los suelos.
- Alteraciones en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo.
- Contaminación de cuerpos de agua.

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

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

Tabla III. 14. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de SEMARNAT vinculadas al Proyecto.

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
Contaminación del agua		
NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.	La concentración de contaminantes no debe exceder los valores indicados como límites máximos permisibles.	El proyecto no prevé descargas de aguas residuales durante las etapas de preparación de sitio y construcción. Se usarán sanitarios portátiles en el frente de obra. El concepto se incluye, como medida preventiva, en el Capítulo IV de este estudio.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	Promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples	El proyecto no generará descargas al sistema de alcantarillado. No obstante, los trabajadores, al vivir en la zona o rentar, aportarán descargas que serían las usuales: uso de sanitarios, ducha y lavado de trastes y ropa. Dado que una gran proporción de los trabajadores serán de la zona, es razonable afirmar que en sus actividades cotidianas hubieran

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
		generado las mismas descargas, por lo cual el incremento en la carga contaminante no es significativo.
Contaminación del aire		
NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	La Norma es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los centros de verificación autorizados, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, así como la maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.	Como el proyecto se trata precisamente de la construcción de una carretera, los vehículos dedicados a la construcción que se utilicen para esta obra, quedan exentos, por lo que esta norma no es de observancia obligatoria. No obstante se exigirá el mantenimiento periódico de la maquinaria automotor.
NOM-045-	La Norma es de	

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
SEMARNAT-2006. 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	observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma oficial, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.	
NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan	Esta Norma es de observancia obligatoria en los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usen gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. No se aplica a vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos,	

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	motocicletas, tractores agrícolas o maquinaria para la construcción.	
Residuos peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.	Esta NOM es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo. Se considerara residuo peligroso aquellos que concuerden con una o varias de las características contenidas en el numeral 5.4 de esta norma tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad, o ser biológico-infeccioso. Los límites máximos permisibles para fracciones de	El promovente del proyecto será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos de acuerdo a lo indicado en las medidas de mitigación establecidas en el Capítulo IV de este estudio. Los residuos se entregarán periódicamente al recolector autorizado para su correcto manejo y disposición final. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo, aceite o alguna otra

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
	hidrocarburos en suelo es de 3000 mg/kg (base seca) para suelo forestal y de conservación.	sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será el contratista, bajo la supervisión del promovente, el responsable de su manejo y la actuación deberá de ser inmediata bajo los lineamientos del *Programa de conservación y restauración de suelos.* La supervisión ambiental en el frente de obra incluirá personal capacitado para reconocer los residuos peligrosos, y que observe que en todo caso se separen los residuos y sean depositados adecuadamente en contenedores específicos.
Contaminación por ruido		
NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido	La presente NOM se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos	La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo cual no aplican los límites a este

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores, para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.	equipo; sin embargo, se buscará atenuar estos impactos mediante la aplicación de las medidas de mitigación especificas que se orientan a la reducción de ruido para evitar que se rebasen los 98 dB.
Contaminación del suelo		
NOM-138-SEMARNAT//SS-2003 Su objetivo es establecer los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Esta Norma Oficial es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes lleguen a resultar responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos. Los límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo agrícola que incluye forestal, recreativo y de conservación es de 3000 (mg/kg base seca) En caso de derrames o	Esta norma será de observancia obligatoria. Las mezclas asfálticas necesarias para la construcción serán compradas a un proveedor autorizado de la región, quien tendrá que presentar ante el promovente los permisos vigentes y será responsable del suministro y transporte del producto. El promovente verificará que los transportes utilizados para el trasvase no tengan fuga y, en caso de derrame

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
	fugas, la caracterización se debe realizar después de haber tomado las medidas de urgente aplicación. La caracterización del sitio debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación; estrategia de muestreo; plan de muestreo; informe.	accidental fuera de la línea de ceros, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. El contratista, bajo supervisión del promovente, será el responsable de determinar los mecanismos necesarios para el manejo adecuado de los residuos peligrosos considerando las medidas específicas establecidas en el Capítulo VI del presente estudio. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburos, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será el contratista (bajo la supervisión del promovente) el responsable de su manejo, y la actuación deberá ser inmediata bajo los

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
		lineamientos indicados en el *Programa de conservación y restauración de suelos.*
Recursos naturales		
NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para llevar a cabo el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.	La presente Norma es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar tanto el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas en poblaciones naturales, con excepción de la Candelilla (*Euphorbia spp*.)	No es de observancia obligatoria para esta obra, debido a que no se realizará aprovechamiento forestal. El transporte de madera se realizará de acuerdo a las especificaciones del resolutivo en materia de cambio de utilización de terrenos forestales.
NOM-007-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos,	La presente Norma es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer	En el presente proyecto no se realizará el aprovechamiento ni comercialización de plantas

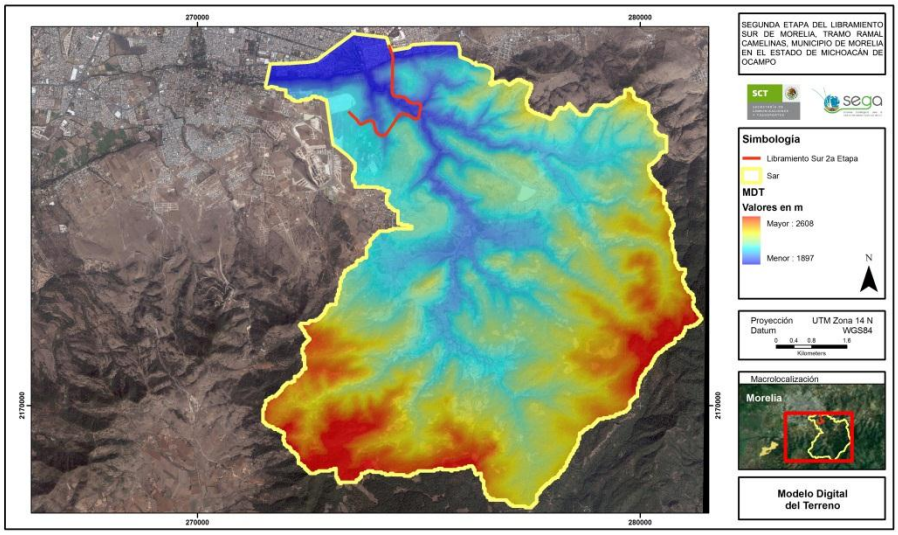
NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
criterios y especificaciones para llevar a cabo el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.	los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. Esta Norma es de observancia obligatoria para quienes se dediquen al aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas, en poblaciones naturales.	completas o sus partes. En lo que corresponde al manejo de semillas, durante las actividades de reforestación, se seguirá lo establecido en la sección 4.1.6 de la Norma en comento; aunque ésta no resulta obligatoria para este proyecto.
Especies en riesgo		
NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y	La norma establece el listado de especies en riesgo y los procedimientos para modificar el listado. En el	Con base en los resultados del trabajo de campo, se determinó la presencia de especies en riesgo en la flora y fauna que fueron

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
Fauna Silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	Anexo normativo II, se presentan los listados de especies en riesgo.	registrados en el trazo del proyecto, como se describe en la sección de Flora y Fauna del Capítulo IV.

De todo lo expuesto en el presente capítulo, se pone en evidencia que la construcción del proyecto denominado proyecto denominado **"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo"** es congruente con todos y cada uno de los instrumentos aplicables en la materia, con lo cual se acredita que el análisis que aquí culmina cumple con lo dispuesto por la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

sega

Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

CAPÍTULO IV Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la siguiente información:

Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región.

De conformidad con lo anterior, en este apartado estará orientado a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, social, económico y cultural, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes a nivel del Sistema Ambiental Regional entendiéndose este como “El espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales (SEGA 2010)”.

Lo anterior, con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, de las principales tendencias de desarrollo y/o de deterioro, con el propósito de hacer un diagnóstico del SAR, en donde se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación del mismo.

La delimitación del SAR es importante para que la SEMARNAT evalúe las manifestaciones de impacto ambiental de conformidad con el Artículo 44 del mismo Reglamento que indica “Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación”.

ÍNDICE

IV.1. Delimitación del Área de Estudio. 13

IV.1.1 Ubicación geográfica 13

IV.1.2 Criterios para la definición del Sistema Ambiental Regional 15

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional 35

IV.2.1. Medio físico 62

IV.2.1.1 Clima 62

IV.2.1.1.1 Temperaturas y precipitación promedio mensual, anual y extremas 64

IV.2.1.1.2. Otros fenómenos físicos (Vientos, humedad y radiación solar). ... 81

IV.2.1.1.3. Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes 86

IV.2.1.2. Aire 94

V.2.1.2.1. Calidad atmosférica de la región 94

IV.2.1.3. Geología y geomorfología 101

IV.2.1.3.1 Geología 101

IV.2.1.3.2. Sistema de Fallas y Fracturas 108

IV.2.1.3.4. Posible Actividad volcánica 119

IV.2.1.5. Edafología 120

IV.2.1.5.1. Marco teorico 120

Densidad aparente-porosidad 125

IV.2.1.5.2. Metodología 133

IV.2.1.5.3. Resultados 142

IV.2.1.5.4. Conclusiones. 170

IV.2.1.5.5. Grado de erosión del suelo 173

IV.2.1.5. Hidrografía 187

IV.2.1.5.1. Regiones hidrográficas 187

IV.2.1.5.2. Subregiones hidrográficas 188

IV.2.1.5.3. Condiciones actuales del agua en el Municipio de Morelia 192

IV.2.1.5.4. Hidrología superficial 193

IV.2.1.5.5. Hidrología subterránea Calidad del Agua 196

IV.2.1.5.6. Calidad del Agua 196

IV.2.1.5.7. Usos del agua 198

IV.2.2. Medio Biótico en el SAR 201

IV.2.2.1 Vegetación 201

IV.2.2.1.3. Descripción de usos de suelo y/o vegetación 204

IV.2.2.1.4. Análisis de uso de suelo y vegetación en las superficies de afectación producto de la construcción del proyecto. 214

IV.2.2.1.5. Descripción por uso de suelo y/o vegetación en las áreas necesarias para la construcción del proyecto carretero. 220

IV.2.2.2. Fauna. 229

IV.2.3. Medio socioeconómico 258

IV.3. Descripción de la estructura y función del sar 279

IV.3.1 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas . 281

IV.4. Identificación de los componentes ambientales críticos del sistema de funcionamiento regional 286

. IV.5. Diagnóstico ambiental regional 292

IV.5.1. Medio físico 293

IV.5.2. Medio biótico 294

IV.5.2.1 Flora 294

IV.5.2.2 Fauna 294

IV.6. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional 296

IV.6.1. Medio físico 296

IV.4.1.1. Clima 296

IV.6.1.2. Aire 297

IV.6.1.3. Agua 298

IV.6.1.4. Suelo 299

IV.6.2. Medio biótico 301

IV.6.2.1. Flora 301

IV.6.2.2. Fauna 302

IV.6.2.3. Ecosistema 302

IV.6.2.4. Paisaje 303

IV.7. Construcción de escenarios futuros 304

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. ANP´s aledañas al SAR. 43
Tabla IV. 2. Temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 16080 (Morelia, Michoacán)..... 65
Tabla IV. 3. Precipitación normal mensual, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación meteorológica 16080 (Morelia, Michoacán)..... 66
Tabla IV. 4. Temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 16081 (Morelia, Michoacán)..... 68
Tabla IV. 5. Precipitación pluvial temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 12110 (Chilapa de Álvarez, Guerrero). 69
Tabla IV. 6. Temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 16055 (Jesús del Monte, Morelia, Michoacán)..... 71
Tabla IV. 7. Precipitación normal mensual, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación meteorológica 16055 (Jesús del Monte, Morelia, Michoacán)..... 72
Tabla IV. 8. Temperatura máxima anual dentro del SAR. 75
Tabla IV. 9. Temperatura mínima anual dentro del SAR. 75
Tabla IV. 10. Precipitación total anual dentro del SAR. 78
Tabla IV. 11. Datos resientes de las condiciones climatológicas del Municipio de Morelia, arrojados por la estación MC18-Morelia. 84
Tabla IV. 12. Eventos meteorológicos extremos (huracanes) originados en El Océano Pacífico y reportados para el Estado de Michoacán en el período de 1970 al 2011. 88
Tabla IV. 13. Emisión de toneladas de contaminantes por año en el área metropolitana de Morelia Michoacán. (toneladas/año)..... 100
Tabla IV. 14. Clasificación en base al tamaño las partículas del suelo. 123

Tabla IV. 15. Infiltración instantánea (permeabilidad) en mm/hr según diferentes la textura del suelo. 129
Tabla IV. 16. Valores de K en función del tipo de suelo. 138
Tabla IV. 17. Valores de permeabilidad en función del tipo de suelo existente en el área de estudio. 138
Tabla IV. 18. Valores de K (permeabilidad) por tipo de suelo y de vegetación. .. 139
Tabla IV. 19. Superficies y porcentaje por tipo de suelo dentro del SAR. 143
Tabla IV. 20. Erosión hídrica del Estado de Michoacán hasta el 2002. 175
Tabla IV. 21. Erosión eólica del estado de Michoacán hasta el 2002. 175
Tabla IV. 22. Erosión hídrica potencial de suelos para el Estado de Michoacán. 175
Tabla IV. 23. Erosión eólica potencial de suelos para el Estado de Michoacán.. 176
Tabla IV. 24. Análisis de calidad de agua residual en la Ciudad de Morelia, Michoacán (2005-2006). 197
Tabla IV. 25. Uso de agua de pozos en el Municipio de Morelia 199
Tabla IV. 26. Superficie por uso de suelo y/o vegetación identificado y porcentaje con respecto a la superficie total del SAR. 202
Tabla IV. 27. Listado florístico de especies reportadas en el SAR definido para el proyecto 209
Tabla IV. 28. Usos de suelo y vegetación en las superficies necesarias para la construcción del proyecto; se presentan separados por concepto o tipo de obra. 218
Tabla IV. 29. Usos de suelo y vegetación en las superficies necesarias para la construcción del proyecto y el porcentaje que representa con respecto al SAR. 219
Tabla IV. 30. Cantidad de individuos a afectar en el estrato superior, dentro de la vegetación caracterizada como MST. 221
Tabla IV. 31. Cantidad de individuos arbóreos a afectar, dentro de la vegetación caracterizada como BQ. 223
Tabla IV. 32. Cantidad de individuos arbóreos a afectar dentro de la VR. 225

Tabla IV. 33. Listado Florístico de la zona del proyecto 226
Tabla IV. 34. Población económicamente activa por sexo y PEA por sectores... 265
Tabla IV. 35. Índice de desarrollo humano (IDH). 271
Tabla IV. 36. Indicadores utilizados en la determinación del índice de marginación. 273
Tabla IV. 37. Afectación de superficies por construcción del trazo carretero. 275
Tabla IV. 38. Requerimientos de personal. 276
Tabla IV. 39. Riqueza total de especies de vertebrados detectadas en el área de estudio..... 295
Tabla IV. 40. Clases de erosión hidrológica superficial por microregiones del Municipio de Morelia. 300
Tabla IV. 41. Susceptibilidad a la erosión por microregiones de Morelia. 300

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Ubicación geográfica del proyecto..... 14
Figura IV. 2. Vinculación con el POEEM. 18
Figura IV. 3. Vinculación con el POERCLC. 20
Figura IV. 4. Cuenca del Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria. 22
Figura IV. 5. Subcuencas hidrológicas de la región. 24
Figura IV. 6. Uso de Suelo y Vegetación (INEGI). 26
Figura IV. 7. Modelo Triangulado del Terreno. 28
Figura IV. 8. Ejemplo de delimitación de cuenca por parteaguas. 29
Figura IV. 9. Acumulación de flujos superficiales. 30
Figura IV. 10. Parteaguas. 31
Figura IV. 11. Parteaguas y barreras físicas. 32
Figura IV. 12. Sistema Ambiental Regional delimitado. 34
Figura IV. 13. Provincias fisiográficas. 38
Figura IV. 14. Subprovincias fisiográficas. 39
Figura IV. 15. Trazo del proyecto y condiciones actuales del terreno en la proximidad del ANP Francisco Zarco. 41
Figura IV. 16. Obras contempladas y USV en la proximidad del ANP Francisco Zarco. 42
Figura IV. 17. Relación del SAR con las áreas protegidas y de interés ambiental estatales. 46
Figura IV. 18. Ubicación del SAR con respecto al ANP Federal Insurgente José María Morelos. 47
Figura IV. 19. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves cercanas al SAR. 52
Figura IV. 20. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al SAR 54

Figura IV. 21. Ubicación del SAR con relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 61
Figura IV. 22. Clima del SAR..... 63
Figura IV. 23. Climograma para la estación meteorológica No. 16080 (Morelia, Michoacán)..... 67
Figura IV. 24. Climograma para la estación meteorológica No. 16081 (Morelia, Michoacán)..... 70
Figura IV. 25. Climograma para la estación meteorológica No. 16055 (Jesús del Monte, Morelia, Michoacán). 73
Figura IV. 26. Climograma para la estación meteorológica MC18-Morelia del SMN. 74
Figura IV. 27. Temperatura mínima anual en el SAR. 76
Figura IV. 28. Temperatura Máxima Anual en el SAR..... 77
Figura IV. 29. PTA dentro del SAR..... 79
Figura IV. 30. PMA dentro del SAR. 80
Figura IV. 31 Dirección del viento de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia. 81
Figura IV. 32. Velocidad del viento de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia. 82
Figura IV. 33. Humedad relativa de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia. 82
Figura IV. 34. Radiación solar de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia. 83
Figura IV. 35. Frecuencia de tormentas tropicales y huracanes aledaños al proyecto..... 91
Figura IV. 36. Frecuencia de TT y huracanes respecto al proyecto. 93
Figura IV. 37. Placas tectónicas de México..... 102
Figura IV. 38. Geología del SAR. 107

Figura IV. 39. Fallas y fracturamientos en el SAR y aledañas..... 115
Figura IV. 40. Sismos ocurridos más cercanos al SAR. 118
Figura IV. 41. Triangulo de las Texturas (USDA, 1969). 122
Figura IV. 42. Influencia de la estructura en la infiltración del agua. 125
Figura IV. 43. Representación esquemática de los distintos horizontes que conforman el perfil del suelo..... 131
Figura IV. 44. Sistemas terrestres definidos para el área de influencia del proyecto. 136
Figura IV. 45. Prueba del Infiltrometro de doble anillo llevadas a cabo en el SAR. 142
Figura IV. 46. Tipos de suelo presentes en el SAR de acuerdo a INEGI (Serie II). 144
Figura IV. 47. Tasas de recarga del SAR. 148
Figura IV. 48. Puntos de descripción de perfiles. 150
Figura IV. 49. Infiltración Acumulada; Punto1. 152
Figura IV. 50.Linea de Infiltración Acumulada; Punto 1. 153
Figura IV. 51. Infiltración Acumulada; Punto 3. 159
Figura IV. 52. Línea Infiltración Acumulada; Punto 3. 159
Figura IV. 53. Infiltración Acumulada; Punto 4. 164
Figura IV. 54.Linea Infiltración Acumulada; Punto 4. 164
Figura IV. 55. Tipo de suelo y velocidad de infiltración en el SAR del proyecto. . 167
Figura IV. 56. Velocidad de infiltración por unidad edáfica. 169
Figura IV. 57. Cadenamientos y tipos de suelo en el SAR. 172
Figura IV. 58. Método para la Determinación de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica de acuerdo al método de RUSLE. 184
Figura IV. 59. Erosión hídrica del SAR. 186
Figura IV. 60. Cuencas hidrológicas. 190
Figura IV. 61. Subcuencas hidrológicas. 191

Figura IV. 62. Hidrología superficial del SAR. 195
Figura IV. 63. Uso de Suelo y Vegetación en el SAR 203
Figura IV. 64. Porcentaje de especies identificadas por clase de vertebrados, para el SAR del proyecto..... 231
Figura IV. 65. Proporción de especies por categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010..... 232
Figura IV. 66. Proporción de especies residentes y migratorias por clase de vertebrados. 234
Figura IV. 67. Proporción de la abundancia de las especies registradas. 235
Figura IV. 68. Regiones socioeconómicas de México. 259
Figura IV. 69. Población total del estado de Michoacán de Ocampo (1900 - 2010). 260
Figura IV. 70. Densidad de la población por entidad federativa (año 2010). 262
Figura IV. 71. Emigrantes por entidad federativa (año 2005). 263
Figura IV. 72. Modelo de fragilidad ambiental en el SAR. 285
Figura IV. 73. Presiones que inciden en el SAR..... 290

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

IV.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Como ha quedado descrito con mayor amplitud en el Capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para la **"Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo"**, el trazo del proyecto, incluyendo sus dos túneles y el puente, se encuentra en su totalidad dentro del Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo, incidiendo sobre la zona urbana al sur de la Ciudad.

Para efectos de este proyecto, el cadenamiento 0+200, propiamente dicho el inicio de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas se encuentra localizado en su entronque con la avenida "Circuito Montaña Monarca" a la altura del centro comercial "Paseo Altozano", y termina en la avenida "Baltazar Echave" a la altura de la colonia "Ejidal Ocolusen" en el cadenamiento 4+463.



Figura IV. 1. Ubicación geográfica del proyecto.

IV.1.2 CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El concepto de Sistema Ambiental Regional (SAR) puede tener diversas connotaciones. Sin embargo, desde el punto de vista ambiental, este puede definirse como "*El espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales*" (SEGA 2010).

El Sistema Ambiental Regional debe delimitarse de conformidad con lo que señala el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que indica que "*La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región"*. De igual manera, la delimitación del SAR es importante para que la SEMARNAT evalúe las manifestaciones de impacto ambiental de conformidad con el Artículo 44 del mismo Reglamento que indica "*Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación*".

Para efecto de la delimitación del sistema ambiental regional existen diversos criterios y metodologías aplicadas tales como:

1. Por ecosistemas homogéneos.

2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA´s) en caso de que existan programas Estatales, Regionales y/o territoriales de ordenamiento ecológico.

3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.

4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

5. Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.

La delimitación tiene por objeto definir un espacio finito que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del Sistema Ambiental, incluyendo el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos culturales, económicos y sociales bajo la visión que son estos los rectores de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio.

La realización de una delimitación del SAR permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian.

En este contexto teórico, la delimitación del SAR para el presente proyecto se realizó considerando la naturaleza del trazo carretero, su dimensión, el sitio que ha de recibirlo y sus posibles interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos.

El método empleado se basó en la elaboración de un Sistema de Información Geográfico (SIG) base —empleando el software ESRI ArcGIS 9.3—, proyectado en coordenadas de la Universal Transversa de Mercator Zona 14 Norte (UTM Z14 N), conteniendo los conjuntos vectoriales de INEGI escala 1:1, 000,000 correspondiente al Estado de Michoacán y, para una escala menor de

aproximación se empleó la imagen World View 2 con resolución de 60cm por píxel.

A este SIG base se le incorporaron diferentes capas de información de carácter ambiental. La valorización y la evaluación para la definición del SAR se realizaron mediante el proceso de fotointerpretación de imágenes satelitales sobre vectores en el propio SIG.

La delimitación del Sistema Ambiental Regional implicó la realización de diversos ejercicios los cuales se describen a continuación:

Paso número 1. Las Unidades de Gestión Ambiental del **Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo** publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán el 11 de Febrero del 2011, ya que para la formulación de dichos instrumentos de política ambiental se toma en consideración las unidades ambientales ecosistémicas y funcionales, para efecto de llevar a cabo la zonificación correspondiente.

Una vez analizando la zonificación espacial de las UGA´s en la región que comprende el proyecto, se observó que éste tiene influencia con cuatro de ellas (Agf 895-Agr 892, Ah 697 y ANP 844). Sin embargo, el POEEM no fue de utilidad para la delimitación del SAR por una razón fundamental: la vocación y usos de suelo en estas cuatro unidades de gestión ambiental son muy distintos, y no constituyen una unidad funcional desde el punto de vista ecosistémico, tal y como se puede ver a continuación (Figura IV.2).

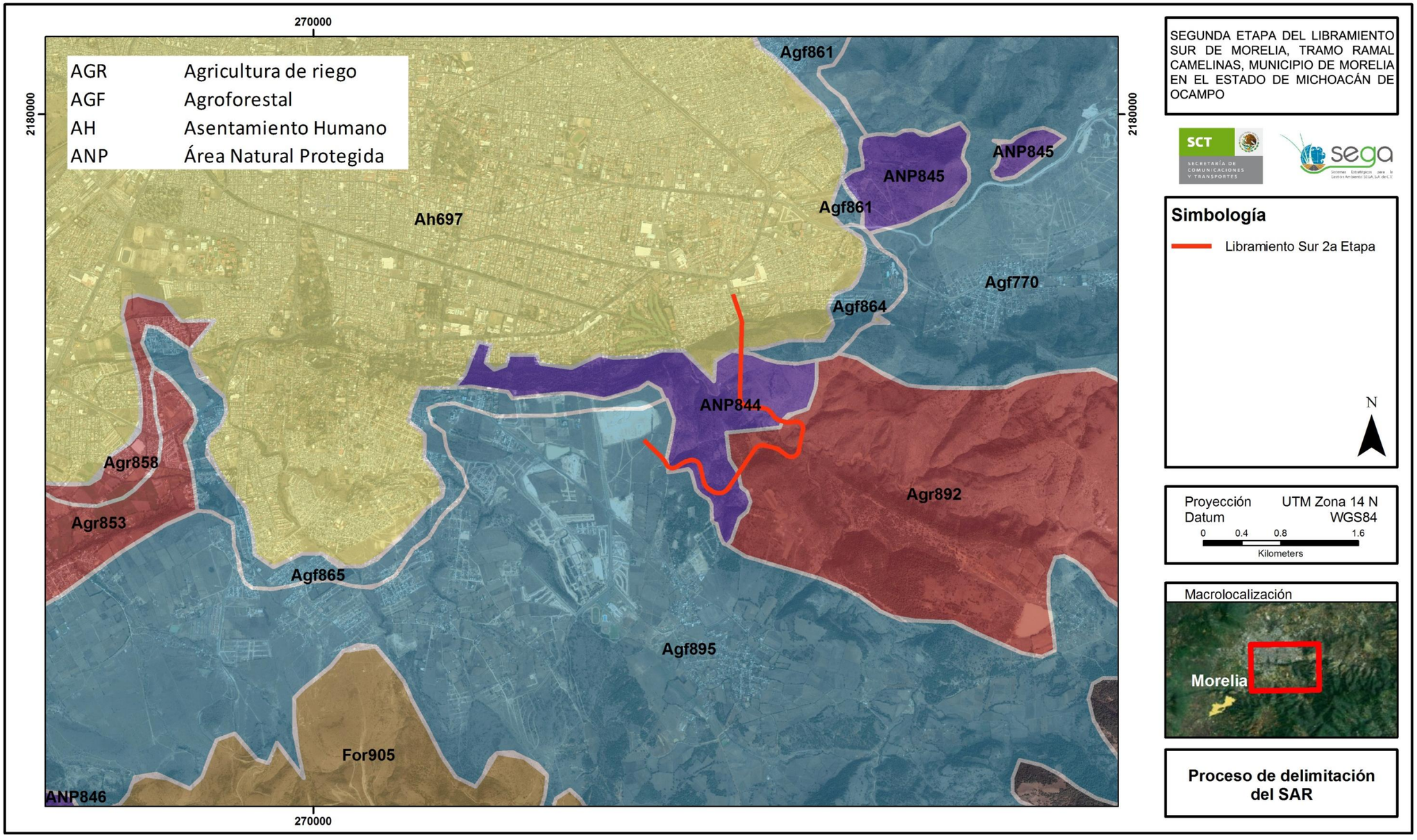


Figura IV. 2. Vinculación con el POEEM.

Paso número 2.- Posteriormente se analizó la zonificación espacial del **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo**, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán el 1° de Julio del 2011, encontrando que todo el trazo incide únicamente sobre la UGA, PDUCP 15, en la cual se establece que su política y usos serán dependientes de lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia.

Este instrumento tampoco fue de utilidad para la delimitación del SAR, porque al igual que el Criterio anterior, la poligonal de la UGA PDUCP 15 no obedece a un ecosistema o conjunto de ecosistemas, pues en ella se reúnen diversos usos de suelo y condiciones ambientales heterogéneas, con lo cual se descartó este instrumento como herramienta para la delimitación del SAR.

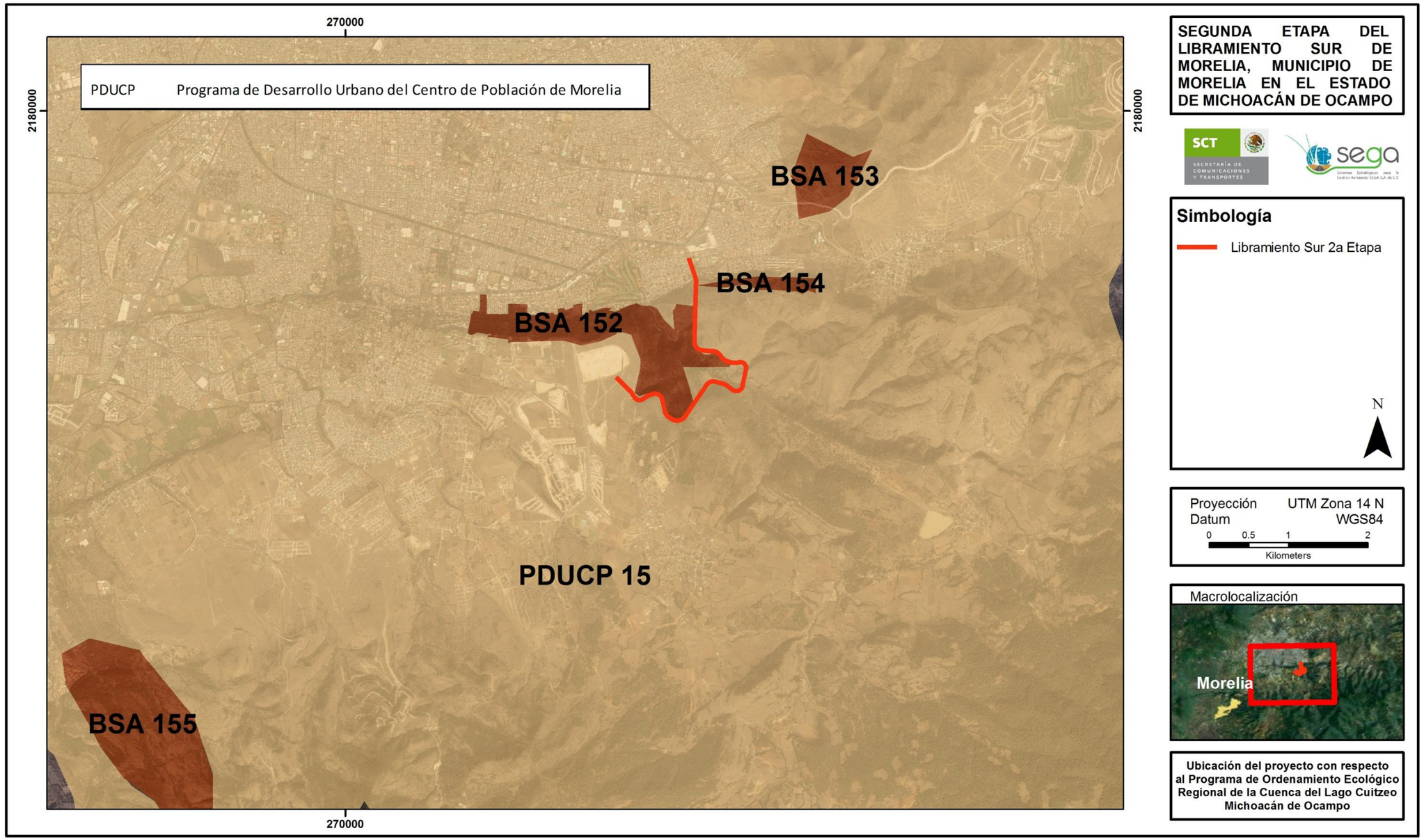


Figura IV. 3. Vinculación con el POERCLC.

Paso número 3. Habiéndose descartado las opciones anteriores, se llevó a cabo la sobreposición del proyecto con la capa de **Cuencas Hidrológicas** definida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a efecto de analizar si dicha definición era compatible con el alcance de las obras en términos de la representatividad ecosistémica espacial y poder tomar como referencia dicha zonificación como criterio para la definición del SAR.

Sin embargo, la superficie de la Cuenca Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria es en demasía extensa para los alcances del proyecto, al grado que utilizarla para la delimitación del SAR sería poco objetivo, ya que tendería una dilución de los impactos ambientales asociados al proyecto.

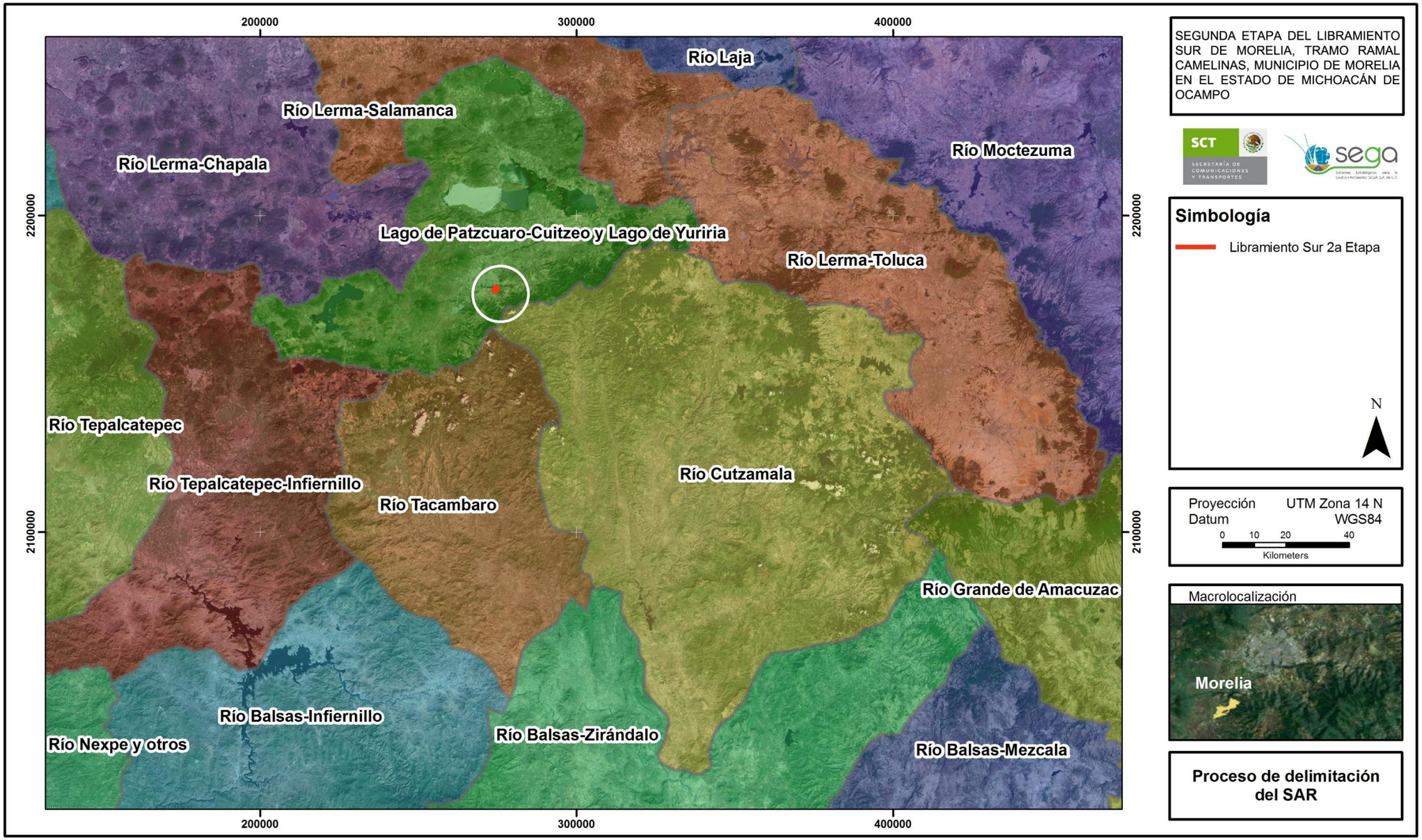


Figura IV. 4. Cuenca del Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria.

Paso número 4. Al no poder delimitar el SAR en base en las cuencas delimitadas por la CONAGUA, se llevó a cabo el mismo procedimiento utilizando ahora el nivel de subcuencas, obteniéndose también que la **Subcuenca Río de Efucuaro** es como se demuestra en la siguiente figura, en demasía extensa para el alcance del proyecto y para la adecuada evaluación de los impactos ambientales, motivo por el cual tampoco pudo ser utilizado este criterio para la delimitación del SAR.

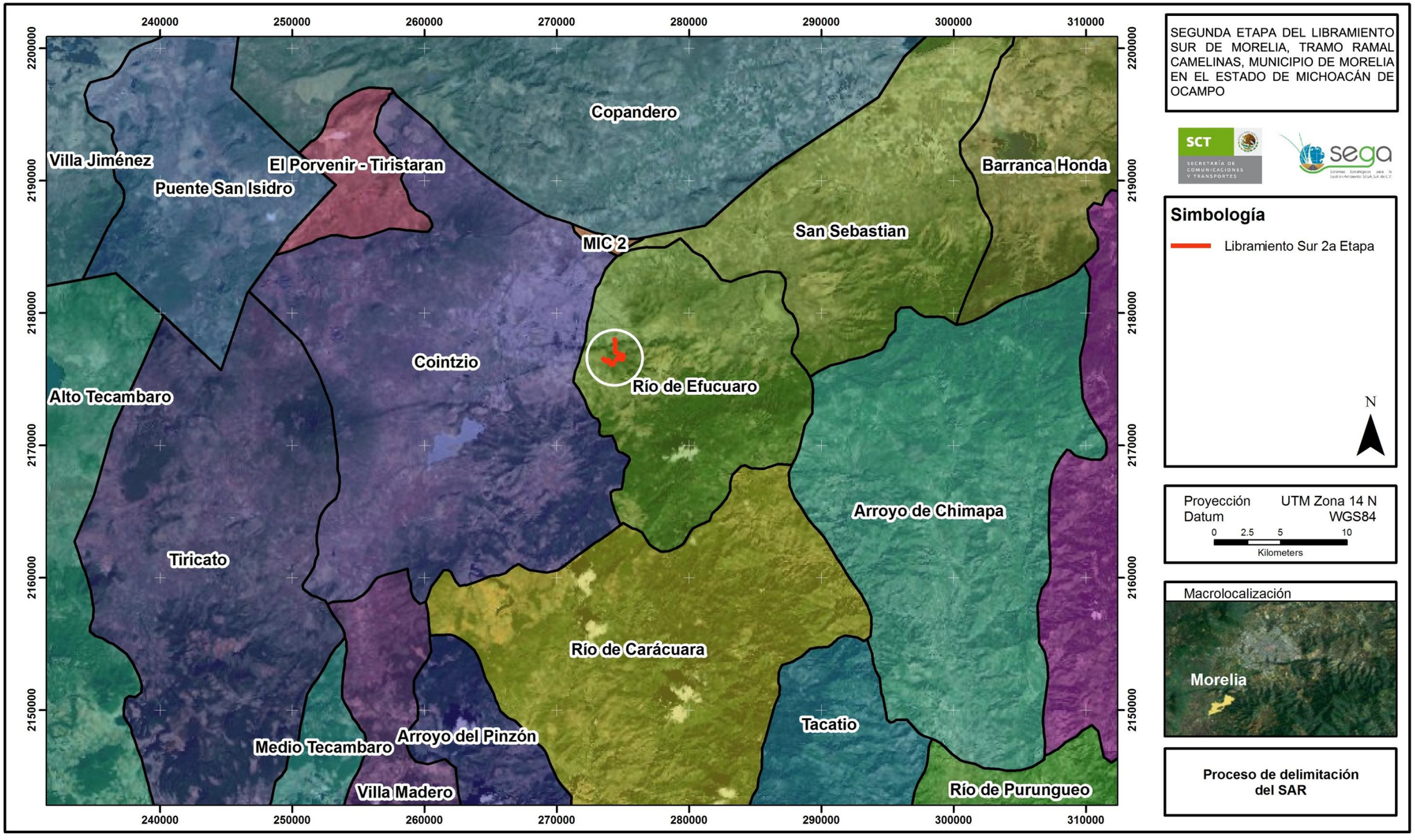


Figura IV. 5. Subcuencas hidrológicas de la región.

Paso número 5. Una vez agotados los criterios antes mencionados, se optó por analizar el mosaico de capas respecto al Uso de Suelo y Vegetación presente en la región en la cual se pretende desarrollar el proyecto. De acuerdo a la **Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (Serie II),** el proyecto se ubica sobre un Área Urbana y de Agricultura de Temporal. Sin embargo, como consecuencia de la escala de los vectores de INEGI (1:1,000,000), estos usos de suelo y vegetación no coinciden con la diversidad de tipos de vegetación y usos de suelo actuales del sitio, motivo por el cual fue desechada esta opción como medida para la delimitación del SAR.

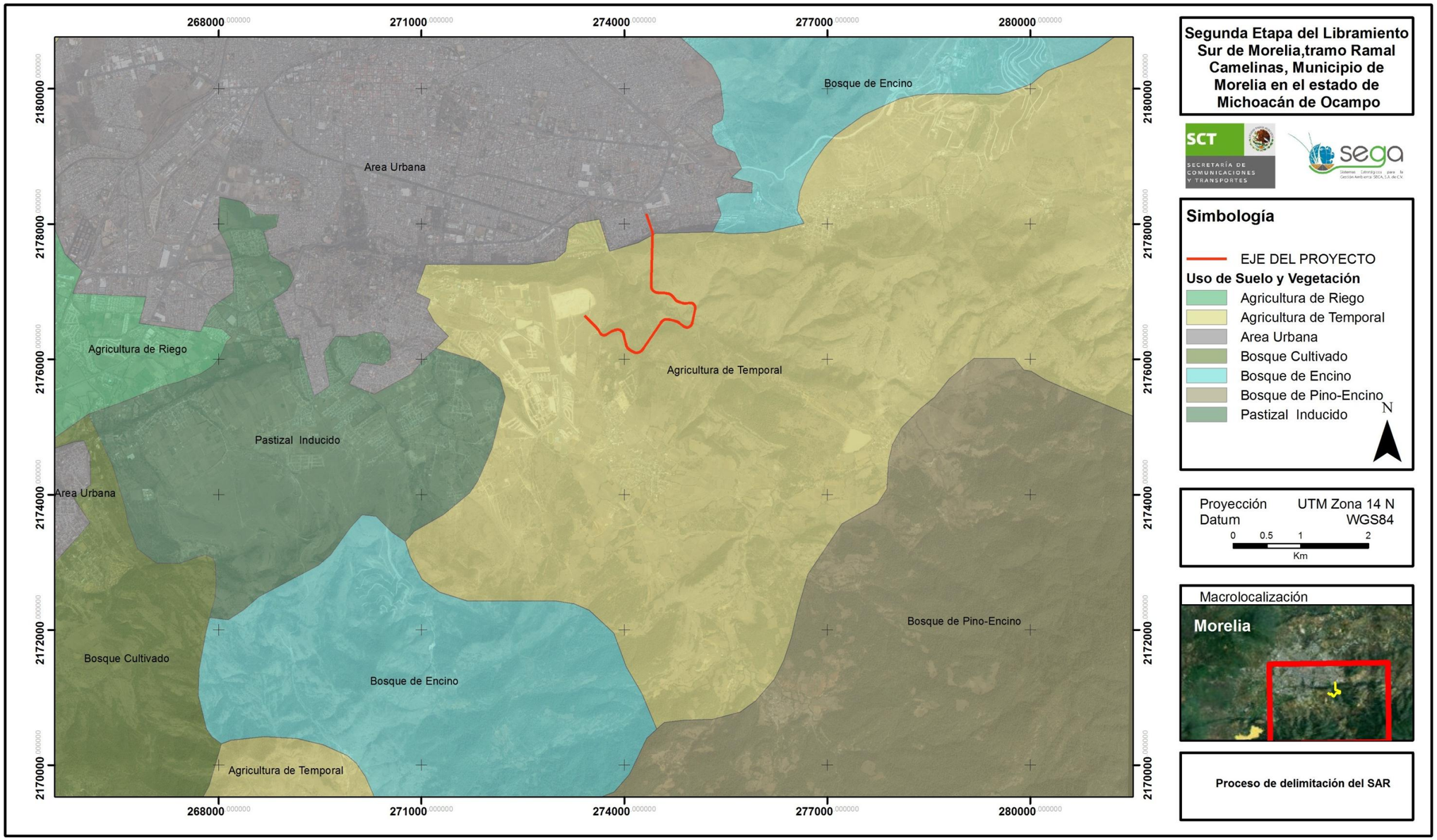


Figura IV. 6. Uso de Suelo y Vegetación (INEGI).

Paso número 6. Al ver que ninguno de los métodos anteriormente descritos se acoplaban para una adecuada delimitación del Sistema Ambiental Regional, se decidió realizar un **estudio de hidroprocesamiento**, el cual tiene por objetivo conocer los caudales máximos alcanzados en un punto de un río para uno o varios eventos de lluvia, los cuales se emplean, desde la óptica de los estudios y procesos ambientales, como una unidad al tomar la cuenca hidrológica como base, y así delimitar el Sistema Ambiental Regional. Fundado en lo anterior, se empleó el módulo de Hidroprocesos (*Arc-Hydro*), para realizar el trazado de las escorrentías de la microcuenca en donde se encuentra ubicado el proyecto y realizar así una adecuada delimitación del SAR.

Se puede definir a un Hidroproceso como: "*La metodología automatizada que permite el fácil y preciso trazado de escurrimientos superficiales y delimitación de Cuencas, empleando Modelos Digitales del Terreno (MDT) y diferentes algoritmos, en los cuales se encuentra la determinación de patrones de acumulación de flujos superficiales*" (ESRI, 2000)

Arc-Hydro es un modelo geo-espacial y de datos para recursos hídricos, diseñado para operar dentro de ArcGIS (Maidment, 2002). Un modelo de datos es distinto de un modelo de simulación, en lo que respecta a un modelo de datos, ya que provee un marco normalizado para almacenar la información. Arc-Hydro, por consiguiente, provee los medios para conectar modelos de simulación a través de un sistema de almacenamiento de datos común, lo que facilita la tarea de determinación de patrones de acumulación superficial, trazado de escurrimientos y delimitación de Cuencas a partir de un Modelo Digital de Elevaciones (MDT). Derivado de lo anterior podemos concluir que Arc-Hydro es *un modelo de datos ideal para aplicaciones de recursos hídricos y para el desarrollo de simulaciones hidrológicas*.

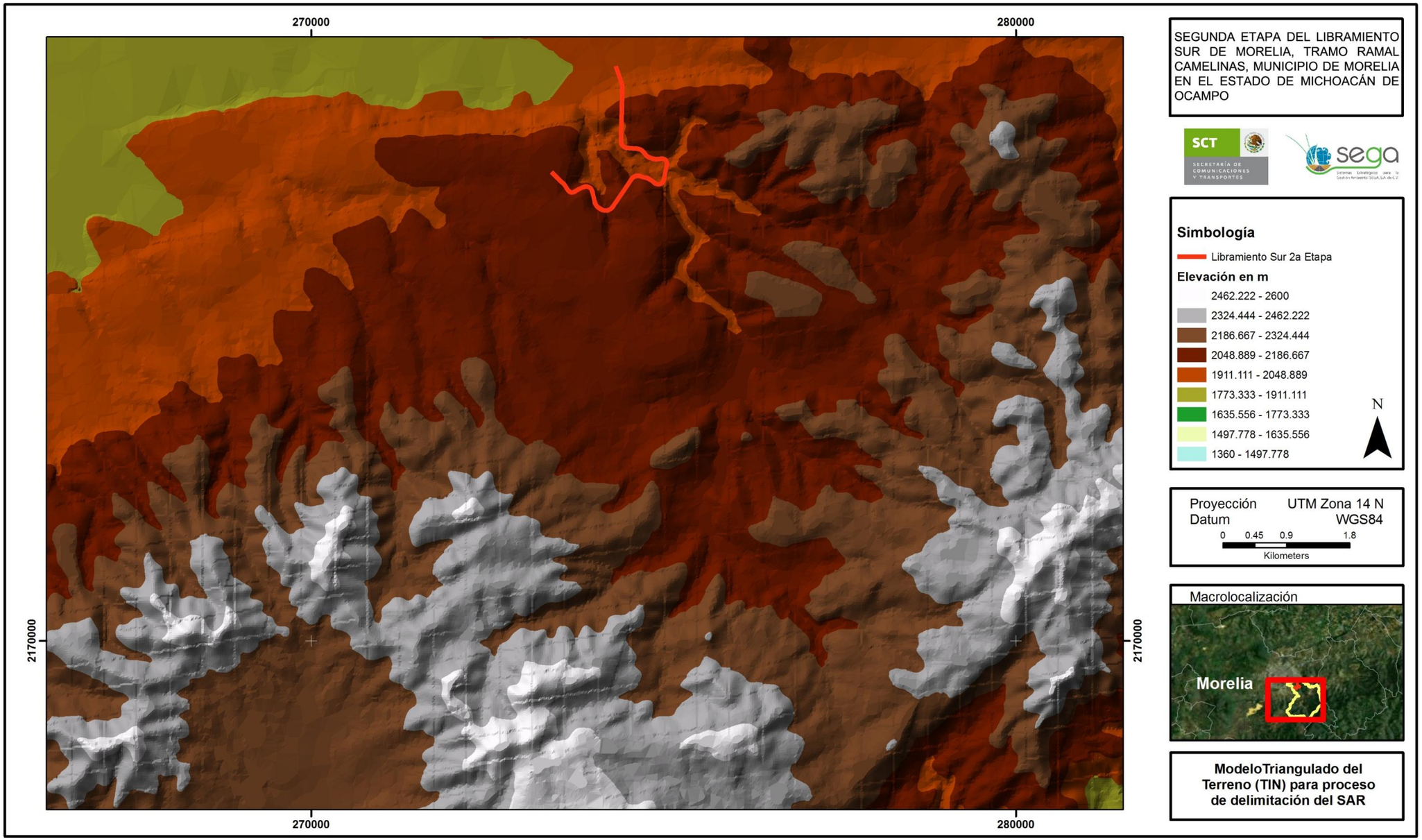


Figura IV. 7. Modelo Triangulado del Terreno.

Se entiende por cuenca hidrográfica al territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Como se muestra en la siguiente figura, una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres o parte aguas.

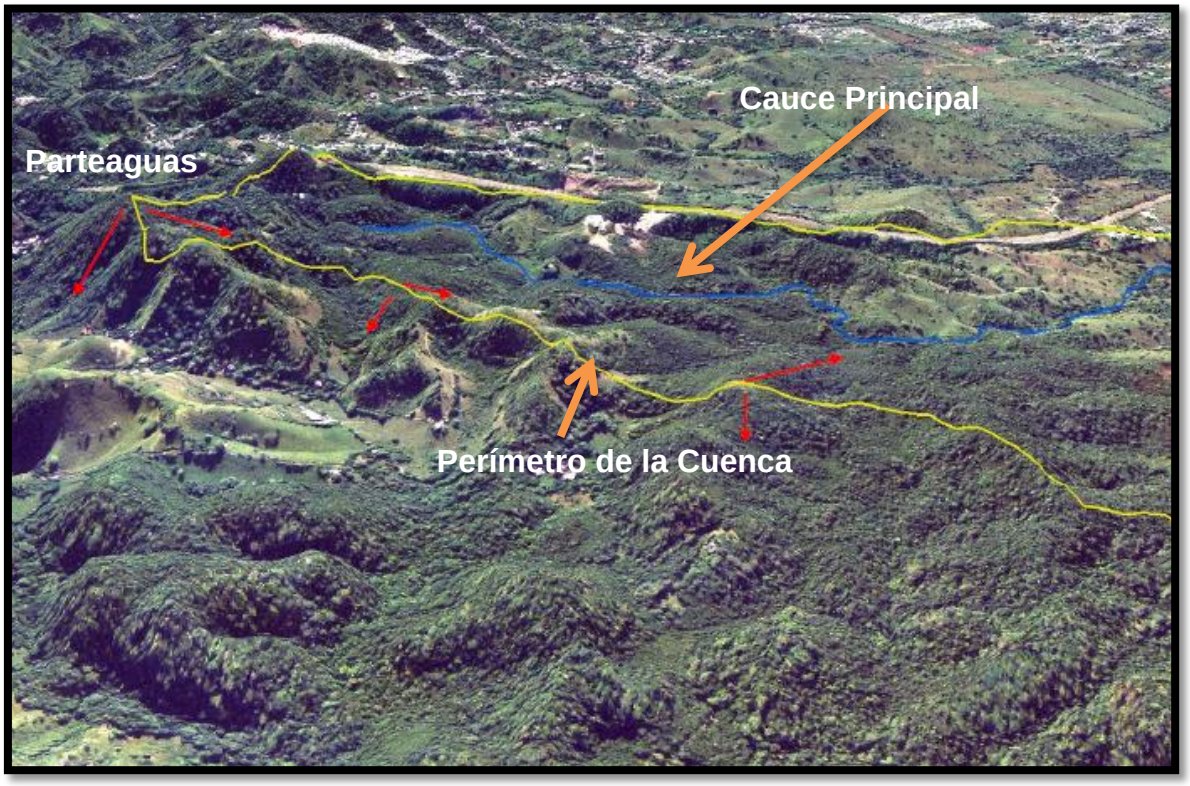


Figura IV. 8. Ejemplo de delimitación de cuenca por parteaguas.

La operación de trazo de escurrimientos o extracción de la red de drenaje, extrae un mapa en formato raster con la posible red de drenaje superficial (Mapa Raster de tipo Boleano). El mapa raster de salida mostrará el drenaje superficial básico en forma de píxeles con un valor verdadero, mientras que los píxeles sin escurrimiento tendrán un valor falso. El algoritmo empleado puede ser consultado en el Capítulo VIII de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

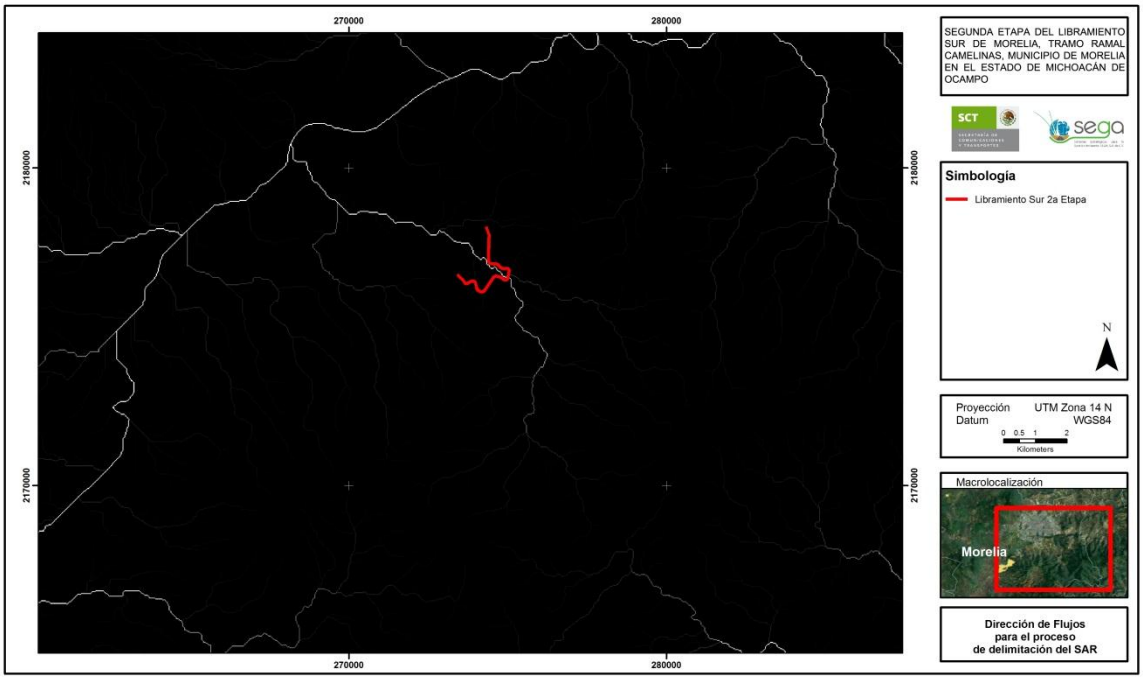


Figura IV. 9. Acumulación de flujos superficiales.

La operación de *Delimitación de Cuencas* genera polígonos con base en información del resultado de acumulación de flujos; una cuenca se calculará para cada corriente que se encuentra en el mapa de salida de la operación de extracción de la red de drenaje generado previamente. Además, la operación utiliza un mapa de la dirección de flujo para determinar la trayectoria del flujo de cada corriente. Se podrá consultar el algoritmo del mismo en el Capítulo VIII del presente estudio de impacto ambiental.

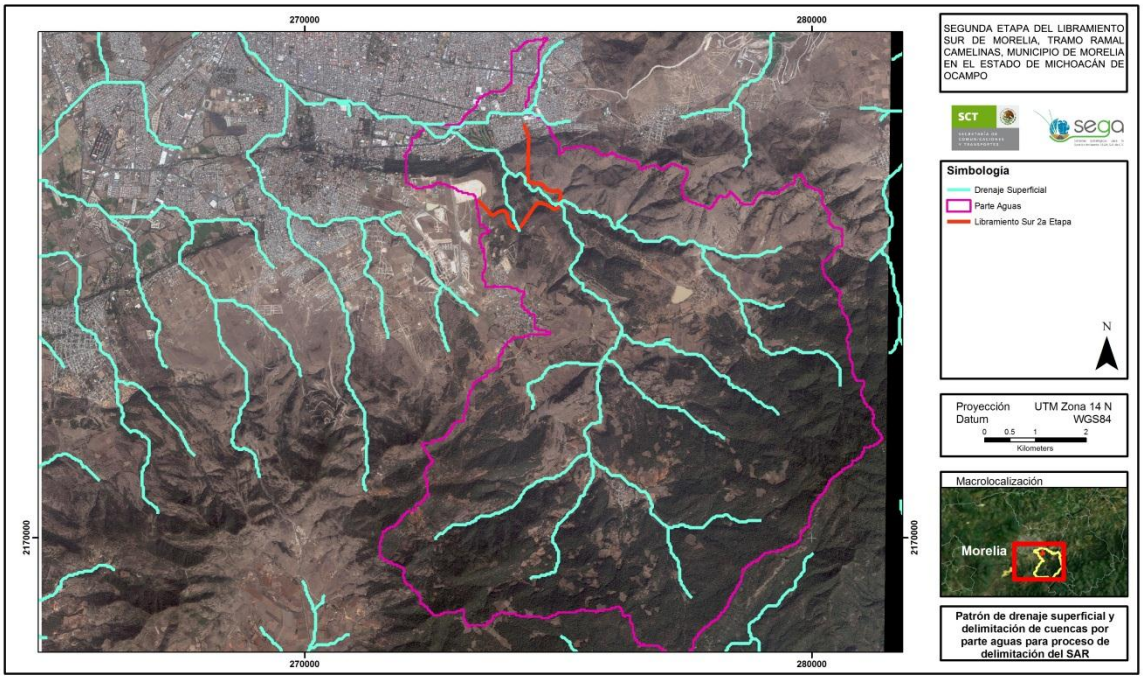


Figura IV. 10. Parteaguas.

La existencia de una zona urbana rompe con el patrón hidrológico superficial natural, además de que es en esta zona en donde existe un encauzamiento de la corriente —mismo que cruza la Ciudad de Morelia a lo largo de la Av. Solidaridad, hasta su entronque con el Río Grande de Morelia—, por lo que se consideró como una barrera física en el trazado de la cuenca, y por ende, en la delimitación del SAR.

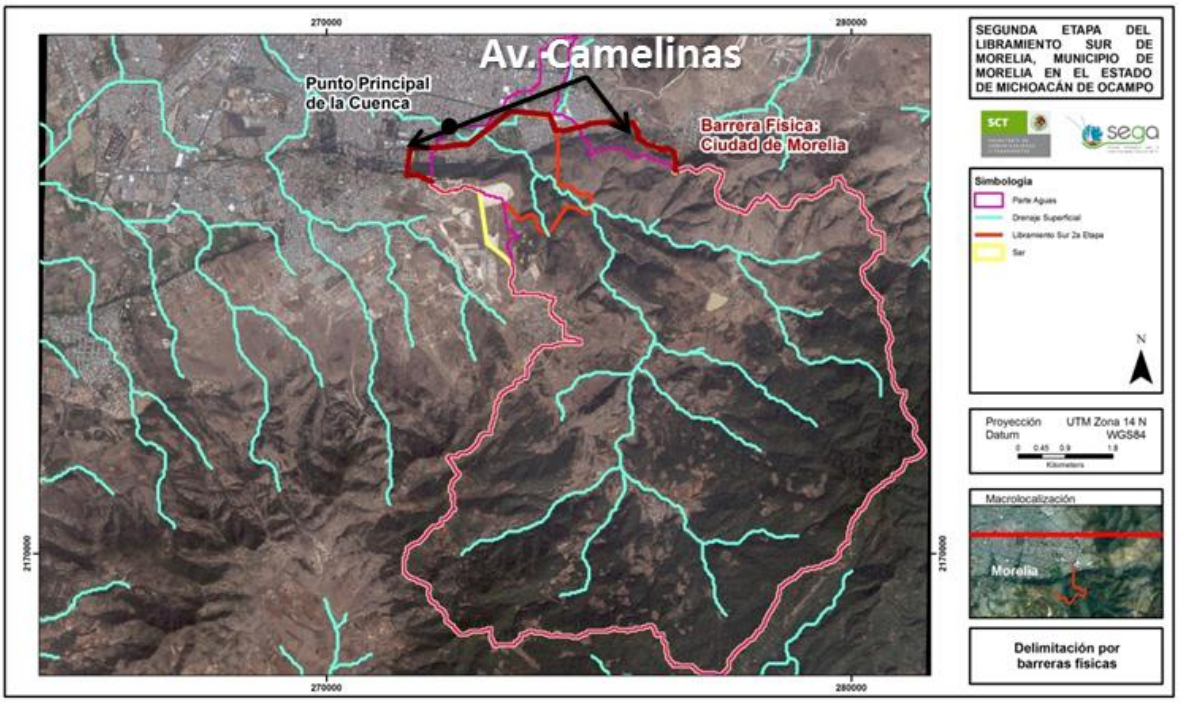


Figura IV. 11. Parteaguas y barreras físicas.

Presentación del SAR

El SAR definido para este proyecto se ubica al sur de la Ciudad de Morelia y constituye una microcuenca de 6,798.72 ha, cuyo origen se encuentra en la línea de las cumbres o parte aguas de Pico Azul y cuya corriente principal desfoga en el crucero de Av. Camelinas y Solidaridad, en donde se encauza a un canal a cielo abierto que funciona como obra de drenaje mayor para esta Ciudad.

El SAR final se presenta limitando al Este, Sur y Oeste con la microcuenca definida por el método de hidroprocesos y que se nombró para efectos de éste estudio como: “Microcuenca de Pico Azul-Río Chiquito”

La delimitación obedece a un criterio de continuidad de los flujos hidrológicos superficiales, ya que, aunque el modelo de Hidroproceso haya generado una

cuenca que abarca parte de la Ciudad de Morelia, el encauzamiento de la corriente principal que se da en Av. Solidaridad y que después entronca con el Río Grande rompe con los flujos naturales, y es por esto que se considera una barrera física importante en la delimitación del SAR.

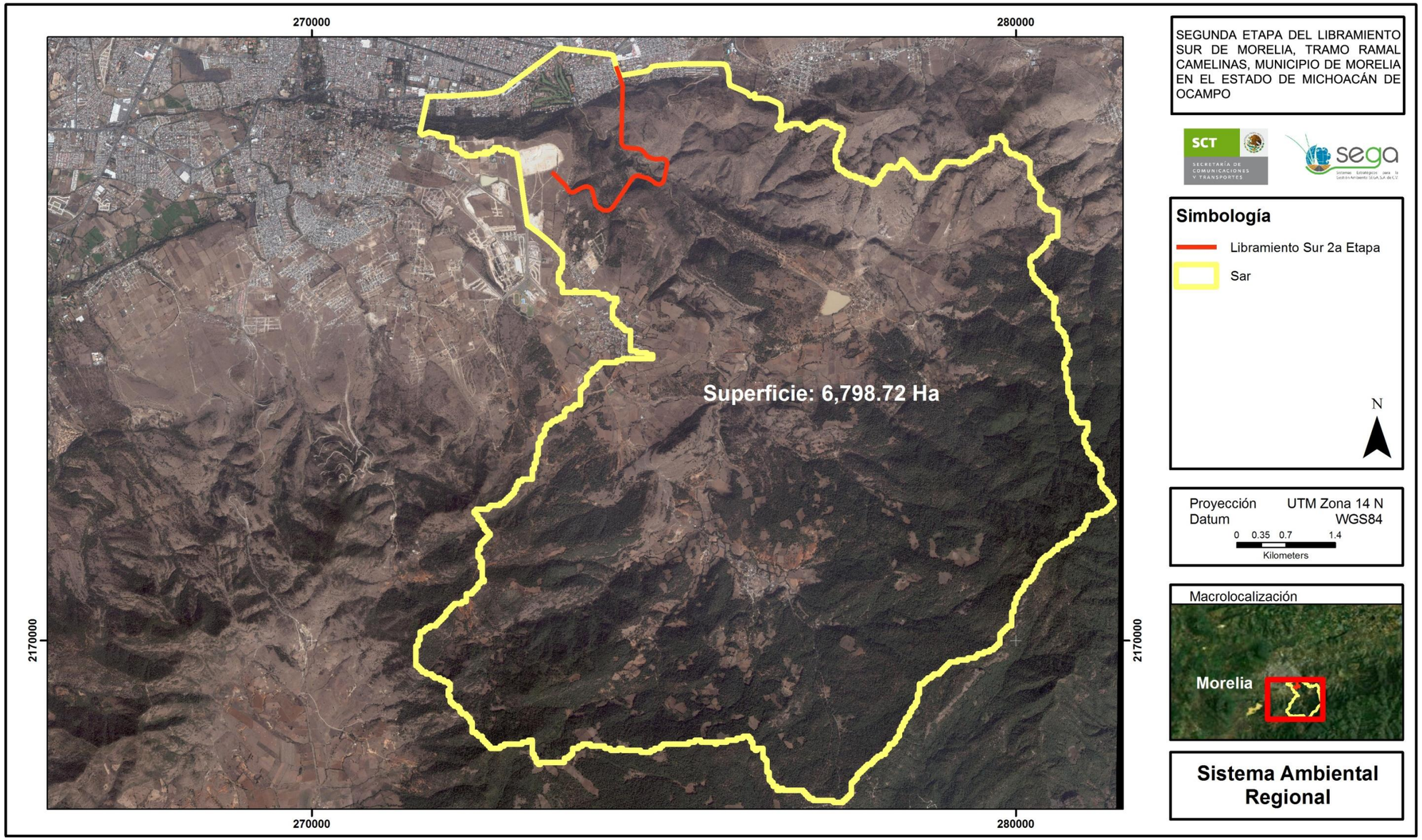


Figura IV. 12. Sistema Ambiental Regional delimitado.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para este proyecto se localiza al sur de la Ciudad de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico.

Esta provincia colinda al norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el oeste llega al Océano Pacífico y por el este al Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, así como todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal.

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

Presenta también la cadena de grandes estrato-volcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico" integrado por: Volcán de Colima, Tancítaro, Zinaltécatl (Nevado de Toluca), Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlacuéyetl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba), que casi en línea recta atraviesan el país, más o menos sobre el paralelo 19. Con el trazo de la gran Falla Clarión, cuya existencia fuera postulada desde el siglo pasado por el Barón Von Humboldt. Otro rasgo

esencial de la provincia es la existencia de las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, el Carmen, etc.) o por depósitos de lagos antiguos (Zumpango, Chalco, Xochimilco, diversos llanos en el Bajío Guanajuatense, etc.). Estos lagos se han formado por bloqueo del drenaje original, debido a lavas u otros productos volcánicos, o por el afallamiento, que es otro rasgo característico de la provincia.

El clima dominante de la provincia es templado subhúmedo, que pasa a semicálido hacia el poniente y a semiseco al norte. En las altas cumbres se presentan climas semifrío subhúmedos y en los picos más elevados (Iztaccíhuatl, Popocatépetl, y Citlaltépetl) climas muy fríos, al grado de que en ellos se presentan los pocos glaciales de la región intertropical del mundo. En áreas reducidas de los extremos este y oeste de la provincia, las condiciones climáticas son cálidas subhúmedas y la vegetación es sumamente diversa.

Respecto a las subprovincias fisiográficas, el SAR se ubica dentro de dos, las cuales llevan por nombre Mil cumbres y Sierras y Bajíos Michoacanos, siendo esta ultima la que ocupa una mayor extensión territorial dentro del SAR, tal y como se muestra a continuación.

Subprovincia	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sierras y Bajíos Michoacanos	397.89	5.85
Mil Cumbres	6,400.83	94.15
Total	6,798.72	100.00

Subprovincia de las Sierras y Bajíos Michoacanos

Esta subprovincia se localiza en el corazón de la Cuenca del Río Lerma, se extiende desde La Piedad Cabadas, Michoacán, hasta Acámbaro, Guanajuato. En el oriente, las efusiones volcánicas generaron, por bloqueo de drenaje, los lagos de Yuriria y Cuitzeo.

En esta región, que representa el 10.68% de la superficie estatal, los suelos son aluviales y residuales, desarrollados a partir de basaltos, brechas, tobas, andesitas y riolitas, todas ellas originadas en los periodos Terciario y Cuaternario. Entre los tipos de suelo más importantes de la región, se puede señalar a los Vertisoles, Feozems, Luvisoles y Andosoles.

Subprovincia de Mil Cumbres

Es relativamente de poca extensión. Constituye una región accidentada y complicada por la diversidad de sus geoformas, como son: sierras volcánicas complejas, mesetas lávicas escalonadas, lomeríos basálticos y el valle por el cual el Río Lerma se dirige al norte, hacia la presa Solís.

Esta subprovincia presenta agrestes paisajes formados por bosques de coníferas en una compleja topografía. Clima y geología condicionan la formación de suelos cuyo origen volcánico es dominante para los Andosoles y residual para Litosol, Regosol y suelos rojos arcillosos.

El SAR cuenta con una superficie de 6,798.72 Ha, que como ya se ha mencionado se ubica al Sur de la Ciudad de Morelia. El paisaje que domina dentro del Sistema corresponde a bosque de pino encino con más del 50%, seguido por los campos agropecuarios, ubicados en su mayoría en la zona centro de SAR.

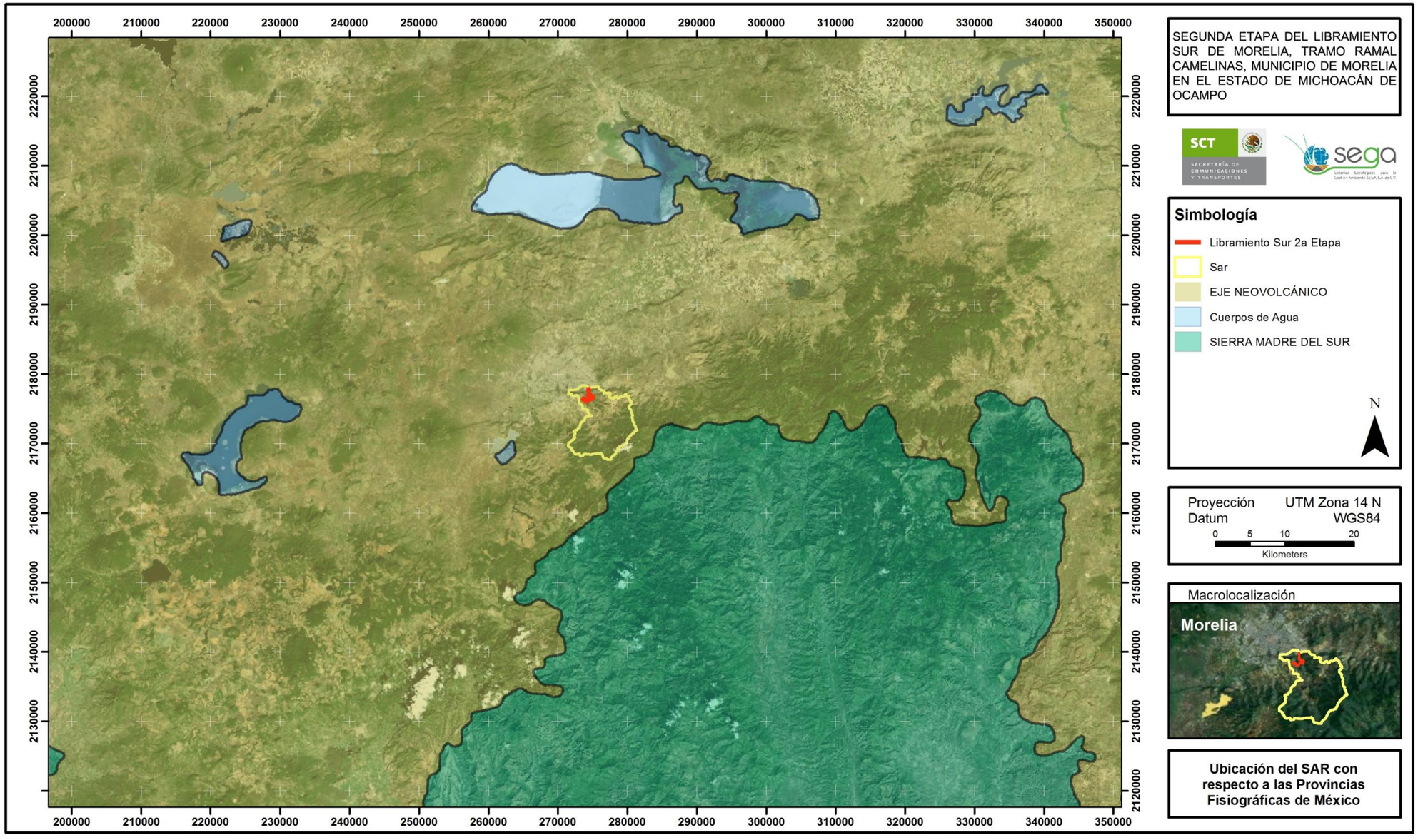


Figura IV. 13. Provincias fisiográficas.

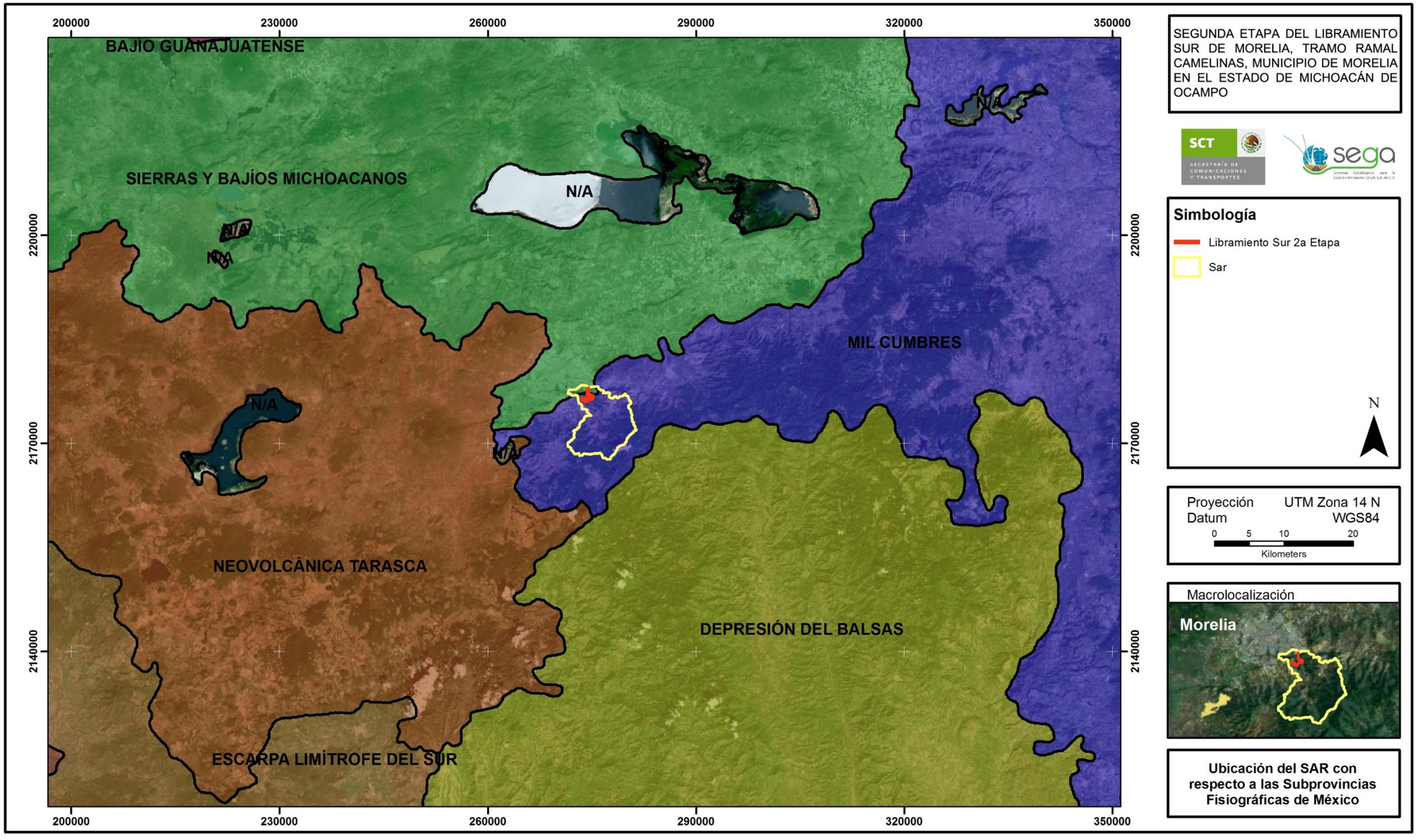


Figura IV. 14. Subprovincias fisiográficas.

A partir del polígono del SAR delimitado, se realizó una investigación documental cartográfica para determinar si éste se ubica en algún sitio que guarde características naturales con algún grado de importancia como son: Áreas Naturales Protegidas (ANP´s), Zonas de Restauración y Protección Ambiental (ZRPA), regiones prioritarias o Área de Importancia para la Conservación de las Aves, obtenido los siguientes resultados:

a) Áreas Naturales Protegidas (ANP´s)

El SAR sólo tiene influencia sobre el ANP de carácter estatal con categoría de Parque Urbano Ecológico al lugar conocido como “Parque Francisco Zarco” del Ejido del Rincón, del Municipio de Morelia, decretada el 15 de febrero del 2008 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, el cual cuenta con una superficie de 17.81 Ha.

El trazo carretero se ubica en la proximidad del extremo occidental del ANP, sin embargo éste no intersecta con su poligonal de acuerdo con la consulta realizada a la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA), entre cuyas atribuciones está el establecer, delimitar, regular, administrar, difundir y vigilar las áreas naturales protegidas del Estado de Michoacán, como se estableció en el Capítulo III de este mismo estudio.

Aun cuando esta ANP esté comprendida en el SAR, ninguno de los componentes del proyecto estará alojado dentro de su poligonal, ni alterará sus características actuales. Es importante resaltar que el exremo occidental del ANP corresponde a una zona que en el pasado reciente estuvo expuesta a un intenso uso agrícola y que en la actualidad ha sido abandonada, lo cual ha propiciado el establecimiento de vegetación herbácea. Estas características se pueden observar en las siguientes imagenes.

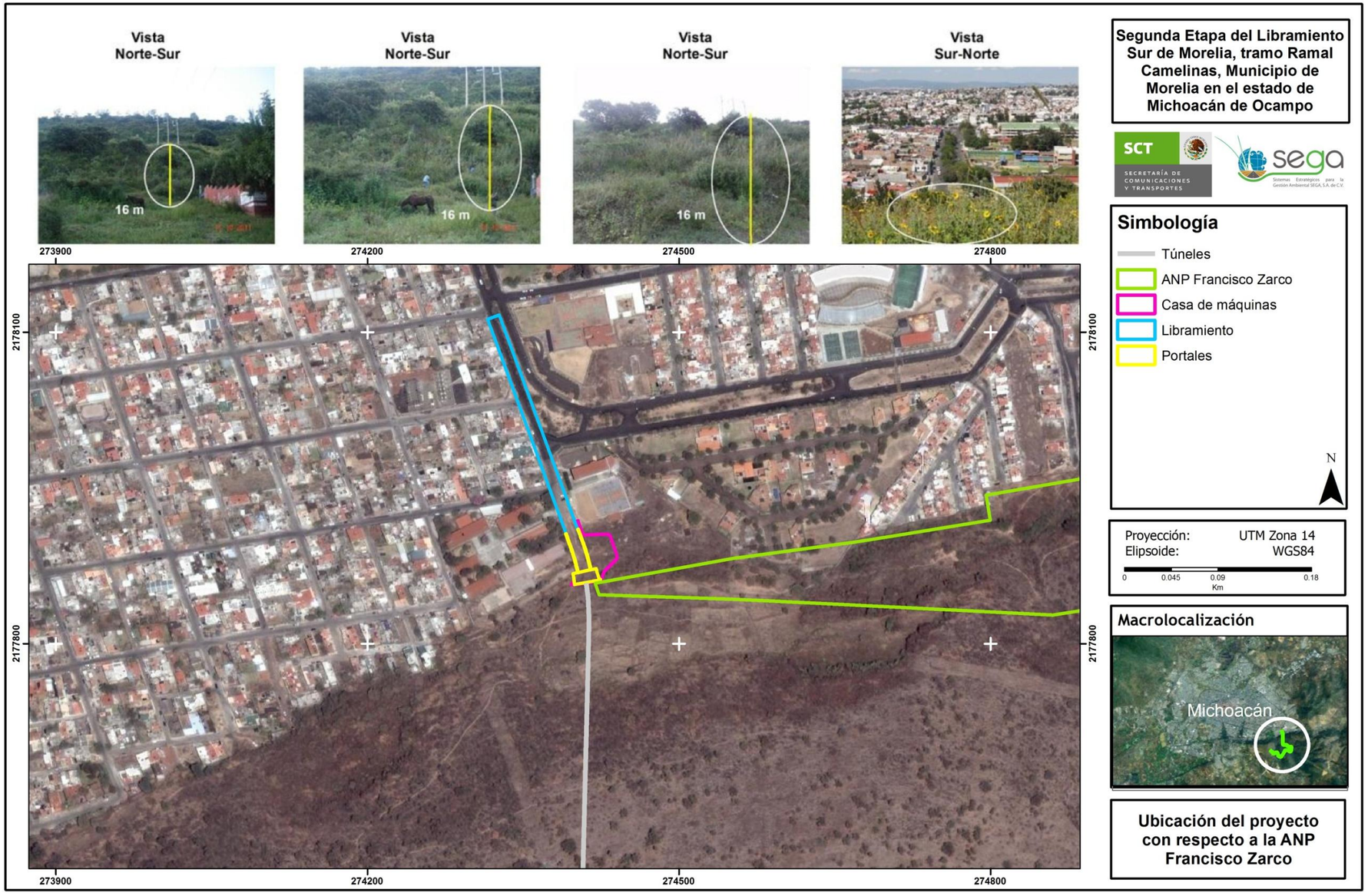


Figura IV. 15. Trazo del proyecto y condiciones actuales del terreno en la proximidad del ANP Francisco Zarco.

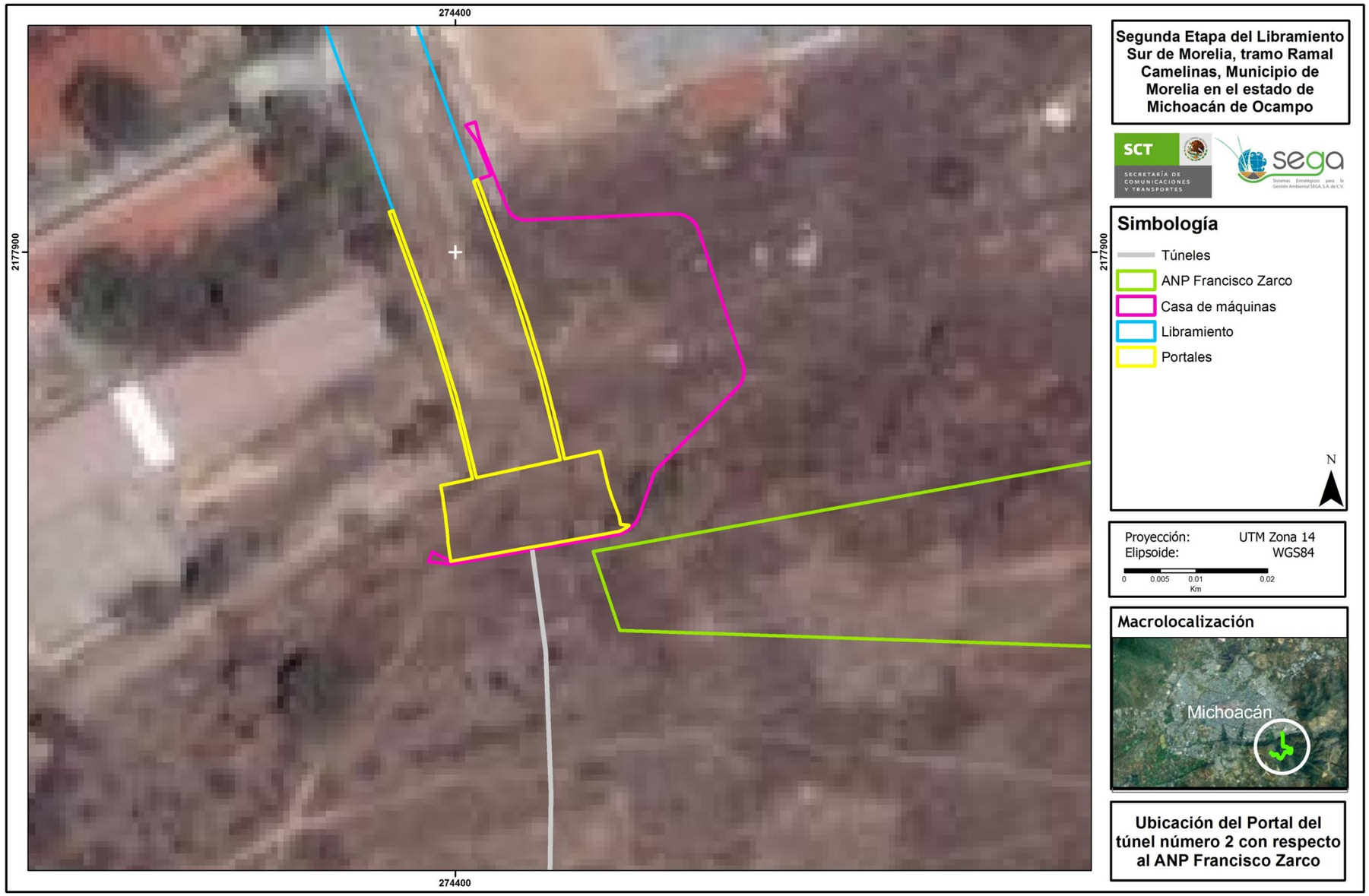


Figura IV. 16. Obras contempladas en la proximidad del ANP Francisco Zarco.

Fuera del SAR, pero en su proximidad, existen otras ANP tanto de carácter estatal, como federal. Las más cercanas se enlistan a continuación:

Tabla IV. 1. ANP´s aledañas al SAR.

Carácter	Nombre	Categoría	Distancia aproximada al SAR (km)
Estatal	Ex Escuela Central Agrícola de la Huerta	Zona Sujeta a Preservación Ecológica	3
	Cerro Punhuato	Zona Sujeta a Preservación Ecológica	0.63
Federal	Insurgente José María Morelos	Parque Nacional	3.9

Estas ANP´s se ilustran en las figuras IV.17 y IV.18.

b) Zonas de Restauración y Protección ambiental (ZRPA)

El SAR colinda con dos Zonas de Restauración y Protección Ambiental, que son: la “Loma de Santa María y depresiones aledañas del Municipio de Morelia” y “Cañadas del Rio Chiquito del Municipio de Morelia”.

Estas zonas tienen por objeto evitar que en los terrenos forestales se presenten procesos de degradación o desertificación que impliquen la pérdida de los recursos forestales de difícil regeneración, recuperación o establecimiento de afectaciones irreversibles a los ecosistemas, o a sus elementos o graves desequilibrios ecológicos, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para su recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaron.

La Loma de Santa María y depresiones aledañas del Municipio de Morelia fue decretada y publicada el 31 de diciembre del 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, la cual cuenta con una superficie de 166.68 Ha.

La vegetación de la ZRPA Loma de Santa María muestra una alta complejidad; por un lado es común observar mezclas de especies nativas e introducidas en prácticamente todo el polígono, pero también existen zonas con una elevada presencia y dominancia de especies arbóreas introducidas mediante reforestaciones en décadas pasadas (eucaliptos, cedro blanco y algunas casuarinas), sin embargo, también se conservan fragmentos con especies nativas relevantes por presentar distribución geográfica restringida como el otate (*Otatea acuminata*), o bien por ser carismáticas, o inclusive porque algunas están bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM- 059-SEMARNAT-2010, tales como el sirimo, el nogalillo y el colorín (*Tilia mexicana, Cedrela dugesii y Erythrina corralloides* respectivamente).

La otra ZRPA denominada “Cañadas del Rio Chiquito” fue decretada el 29 de abril del 2011, en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. En la actualidad la zona cuenta con remanentes de diversos tipos de vegetación, que han sufrido el impacto de las actividades humanas y del crecimiento de la zona urbana y periurbana de la Ciudad de Morelia, influenciada por las poblaciones de Jesús del Monte y San José de las Torres.

La fisionomía de la ZRPA está dada por los cauces de los arroyos San José y Uval, el primero permanente y el segundo estacional, que convergen para formar el Río Chiquito. La accidentada topografía, sumada a la presencia de los cauces de agua, genera una serie de condiciones propicias para un gran número de especies y hábitats, lo que se refleja en una compleja estructura de la vegetación y

la presencia de especies raras, varias enlistadas en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. Lo anterior hace de la zona, a pesar del grado de deterioro que presenta en algunas partes, un área de gran valor para la preservación de elementos de flora y fauna característicos de la región, que junto con la Zona Protegida de la Loma de Santa María y depresiones adyacentes, con la que prácticamente colinda, provee servicios ecosistémicos.

Cabe señalar que aun cuando dentro del SAR se encuentran estas dos ZRPA, el proyecto no se ubicará dentro de las poligonales de las mismas ni alterará sus características actuales.

c) Zonas de Protección Ambiental (ZPA)

Además de las ANP´s y Zonas de Restauración y Protección Ambiental el SAR también comprende la Zona de Protección Ambiental de Pico Azul-La Escalera, en los Municipios de Charo, Madero y Morelia, dicha zona se ubica en la parte sur y sureste del SAR. Esta ZPA se caracteriza, además de por su amplia extensión territorial (23,107.48 Ha), por representar una fuente potencial de recursos hídricos para la región y principalmente para la Ciudad de Morelia.

La ZPA Pico Azul posee una vegetación heterogénea, encontrándose desde tipos de vegetación de áreas muy húmedas, como lo son el bosque mesófilo de montaña, el bosque de encino y el bosque de pino-encino ubicados en la parte oeste del polígono del ANP, — desde Agua Zarca hasta Ichaqueo y el Puerto de la Sosa en el Municipio de Morelia —, hasta bosques de encino de baja altura, mezclados con elementos de bosque tropical caducifolio ubicados en la parte este y sureste del polígono.

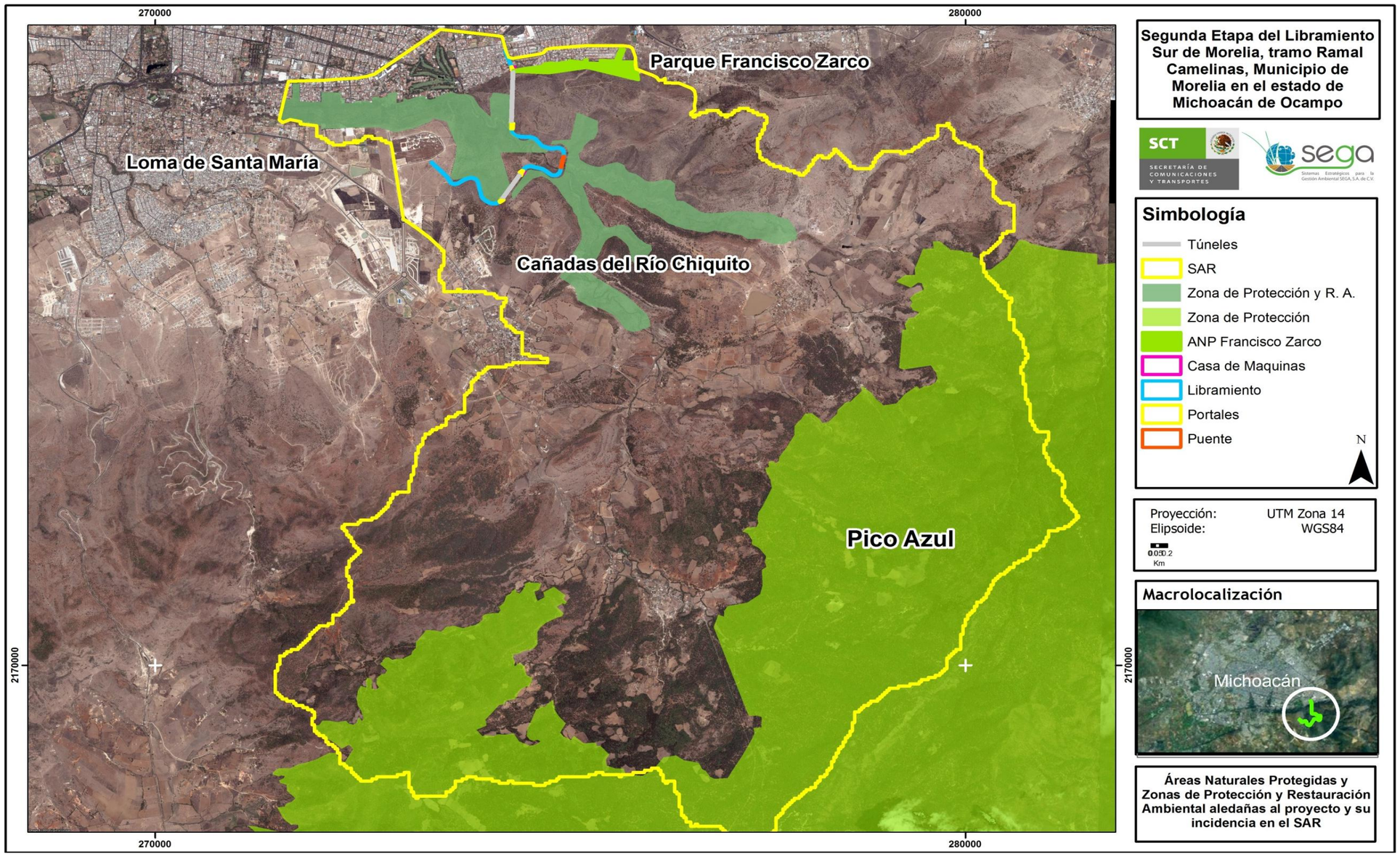


Figura IV. 17. Relación del SAR con las áreas protegidas y de interés ambiental estatales.

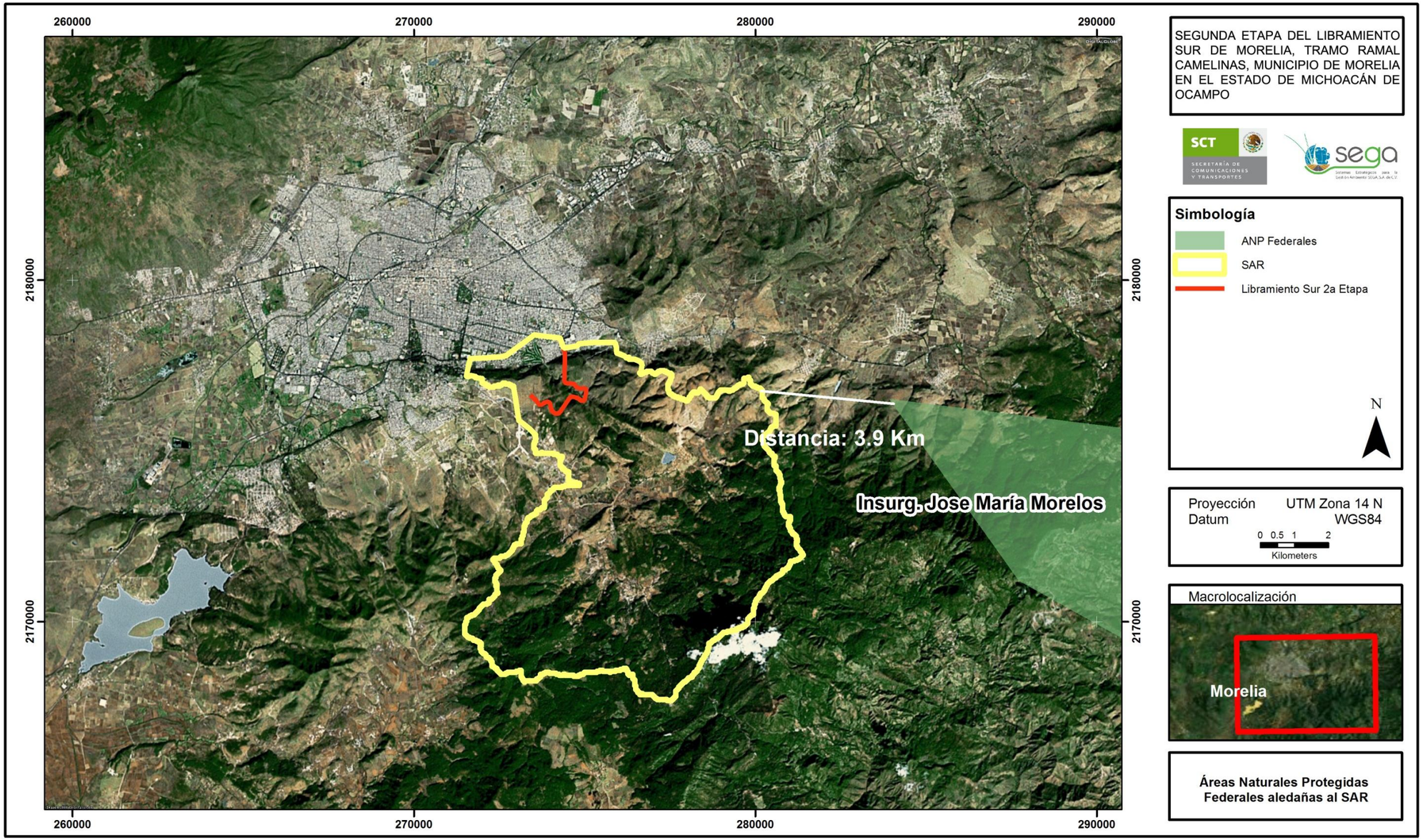


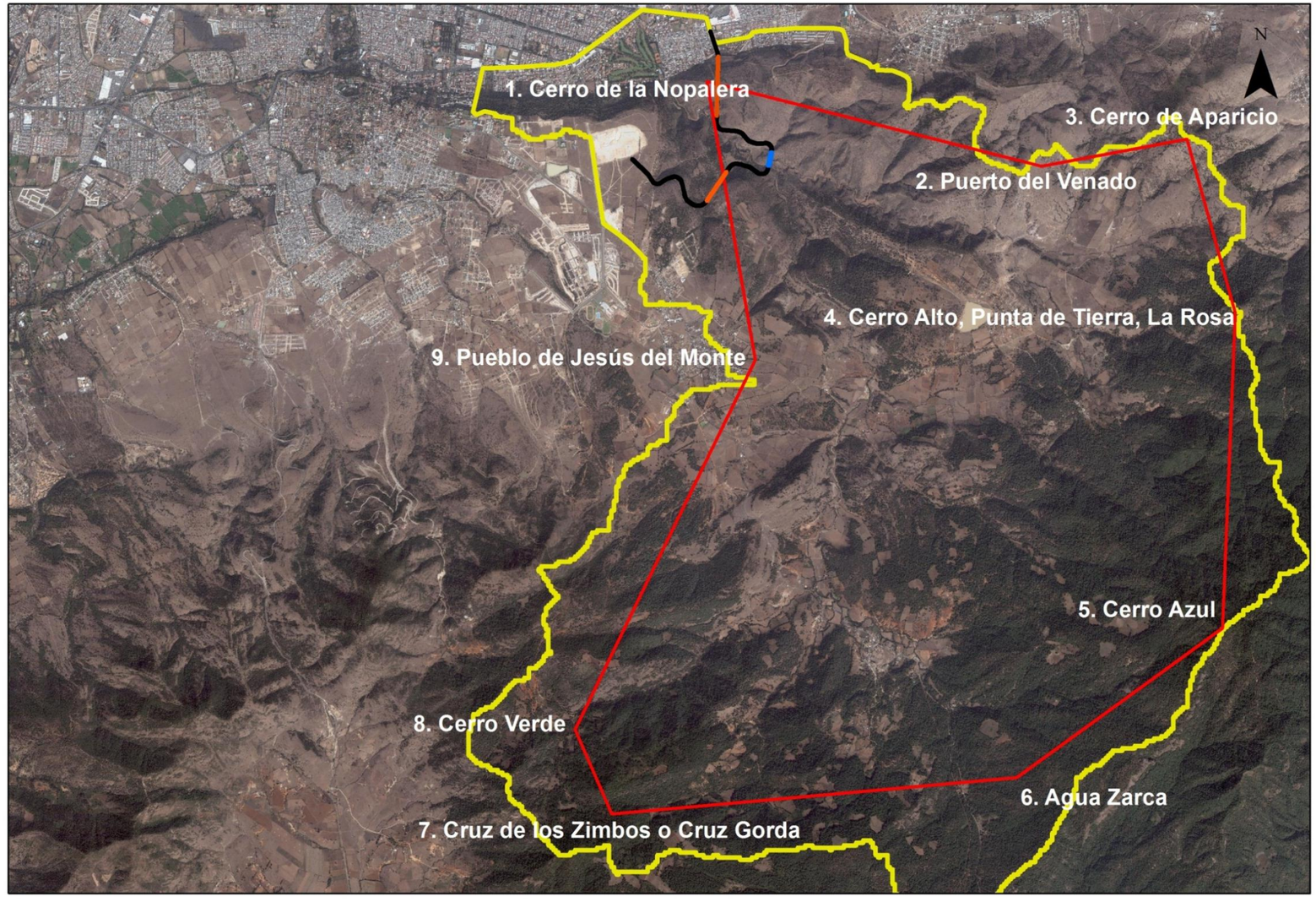
Figura IV. 18. Ubicación del SAR con respecto al ANP Federal Insurgente José María Morelos.

d) Zona Protectora Forestal Vedada, la Cuenca Hidrográfica del Río Chiquito

Se encuentra ampliamente probado que la vegetación forestal forma uno de los principales agentes de retención de las aguas pluviales en terrenos de montaña, dando lugar a afloraciones permanentes de las mismas en forma de manantiales o corrientes de agua límpidas y potables, como es el caso de las que forman el Río Chiquito de Morelia, Michoacán. En esta cuenca hidrográfica es necesario que se mantengan las buenas condiciones forestales para su mejor aprovechamiento y se evite la deforestación y erosión de las tierras descubiertas, que además de reducir el caudal de la corriente, han dado origen a la polución de las aguas, que constituye el mayor problema en la actualidad.

Ubicación

Partiendo de la hacienda del Molino hacia el Oriente, hasta llegar al cerro de La Nopalera, pasando por el puerto del Venado, hasta terminar en el cerro de Aparicio; de este punto, bajando hacia el Sur, se sigue la línea que une los puntos del cerro alto con los cerros de Punta de Tierra y La Rosa, cambiando de dirección hacia el Suroeste se continúa hasta el cerro Azul siguiendo por los parajes denominados Cruz de Piedra, Puerto de Campanario, Puerto del Sauz, La Lechugilla, Agua Zarca y La Mora; de este punto y con dirección al Oeste se sigue la línea recta que pasa por la Cruz de los Zimbos o cruz Gorda y llega al cerro Verde; de aquí, con rumbo al Noroeste, se llega la Puerto de Zimpanio; volviendo a cambiar de dirección hacia el Noreste se sigue la línea hasta encontrar el puerto del Tejocote Redondo y siguiendo la misma recta se llega al poblado de Jesús del Monte y, finalmente, de este punto el polígono se cierra encontrando el punto de partida o sea la hacienda del Molino.



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁNDE OCAMPO

Simbología

- Túnel
- Zona Protectora Forestal Vedada
- Puente
- Segunda Etapa Libramiento Sur
- SAR

Proyección UTM Zona 14 N
Datum WGS84

0 750 1,500 3,000
Meters

Localización del proyecto



Zona Protectora Forestal Vedada de la Cuenca del Río Chiquito

e) Regiones Prioritarias

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad.

En este contexto, la designación de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad que lleva a cabo la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se orienta en la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas. Estas delimitaciones regionales no tienen la facultad de regular el uso de suelo, por lo que no prohíben ni establecen condiciones para obras o actividades en su interior, y tampoco tienen la facultad de normar, en este caso, obras de infraestructura. Por ello, estas regionalizaciones no son jurídicamente vinculantes con el proyecto que se presenta, sin embargo fueron tomadas en consideración a efecto de identificar elementos, factores y fragilidad de los ecosistemas involucrados a lo largo del trazo del proyecto denominado **“**Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo”, en el contexto del Sistema Ambiental Regional.

Con relación a los ejercicios de regionalización llevados a cabo por la CONABIO y la ubicación con el SAR, se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)**

En relación con el SAR, no existe ninguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves, siendo la más cercana el AICA de Cuitzeo, la cual se caracteriza por ser una área de humedales con vegetación halófita y abundantes tulares, en la que se ha registrado a 291 especies de aves.

Esta AICA se localiza a una distancia aproximada de 12 km del límite norte del SAR, como se observa en la siguiente figura.

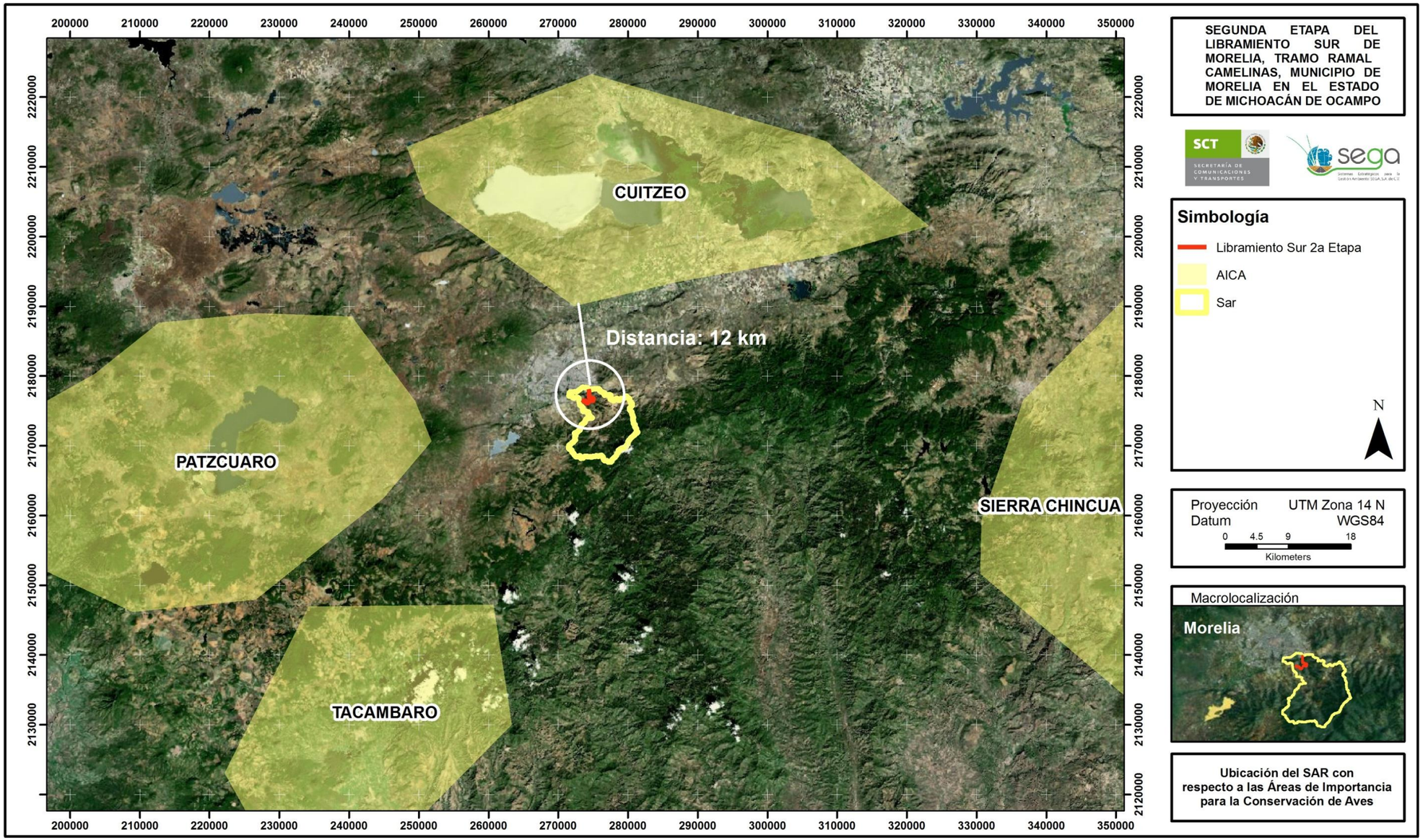


Figura IV. 19. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves cercanas al SAR.

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP´s)**

No existen Regiones Terrestres Prioritarias que intersecten con el trazo de este proyecto carretero ni con el SAR; la más cercana es la RTP Cerro ancho-Lago de Cuitzeo, la cual cuenta con una superficie de 378 $km^{2,}$ dentro de los Estados de Michoacán y Guanajuato. Se ubica a una distancia aproximada de 27 km con respecto al trazo de proyecto. Por lo anterior, no se contempla ningún tipo de interacción entre el proyecto y esta RTP.

Se considera que esta región es importante para la conservación porque está catalogada como el remanente más importante del bosque tropical caducifolio que en otros tiempos ocupaba cerca de 11,000 km^2 y que ahora ha desaparecido casi totalmente. Es una RTP que comprende en su mayoría al lago de Cuitzeo. La vegetación predominante es de matorral subtropical en el Cerro Ancho y domina la agricultura de temporal y de riego así como la vegetación acuática.

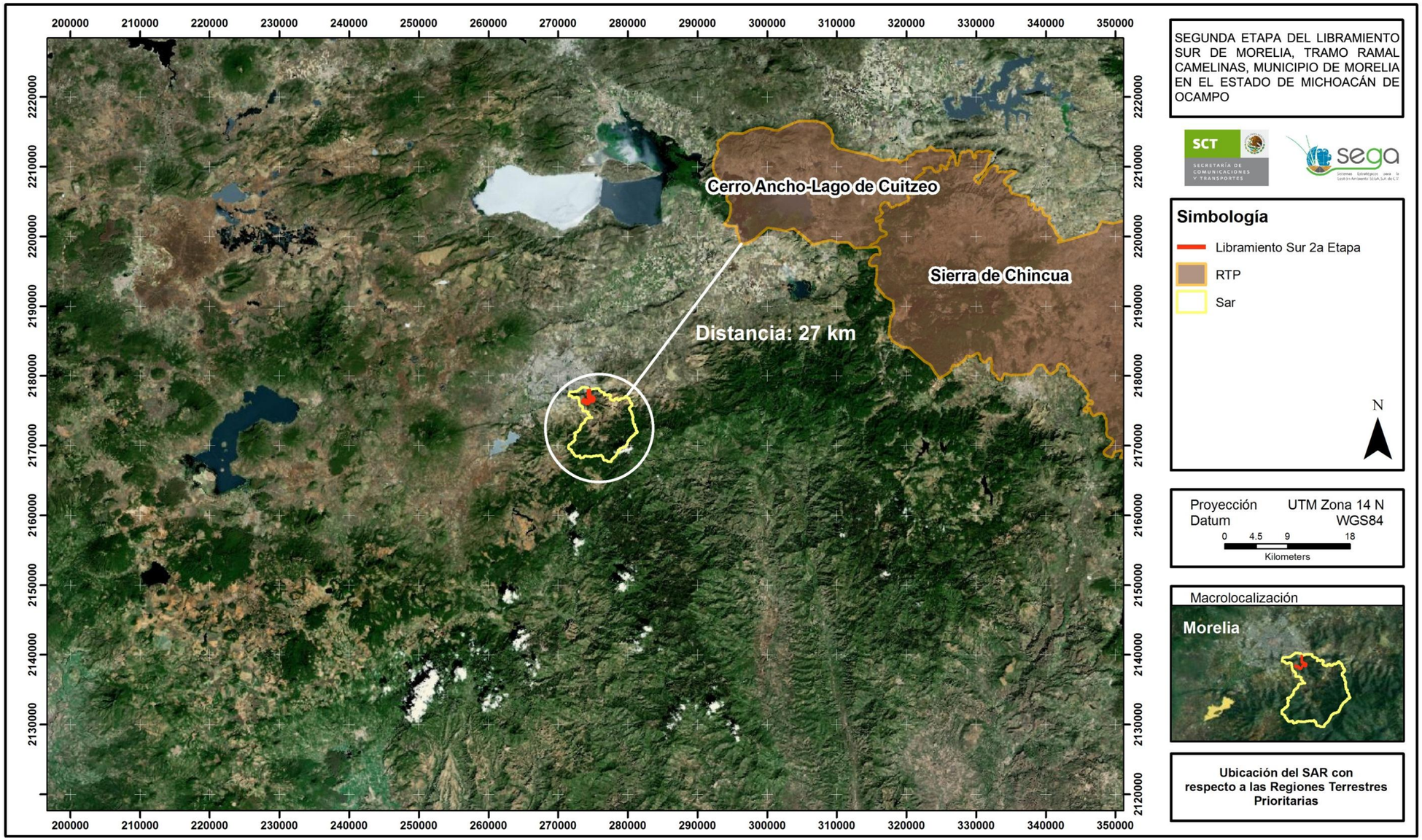


Figura IV. 20. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al SAR

- **Regiones hidrológicas Prioritarias (RHP´s)**

RHP Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas

Ésta es la única región hidrológica prioritaria que tiene influencia con el proyecto, ya que el SAR se ubica al 100% dentro de la ella, la cual abarca territorio tanto del Estado de Michoacán como de Guanajuato. La siguiente tabla muestra las características principales de esta RHP.

RHP Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas	
Estado(s):	Michoacán y Guanajuato
Polígono:	Latitud 20°20'24" - 19°04'48" N Longitud 101°55'48" - 100°48'36" W
Recursos hídricos principales	
Lénticos:	Lagos de Pátzcuaro, Zirahuén, Cuitzeo, Yuriria, San Gregorio; estanque "Las Condembas" en Opopeo; manantiales de Huandacareo, Copándaro, Sta. Rita, San Juan Tararameo, de Araró; presas de Cointzio, Malpaís, Santa Clara, Umécuaro, Wilson, Loma Caliente y Xoconoles.
Lóticos:	Ríos Grande y Chiquito de Morelia, Lerma, Queréndaro, Tirio, Tiripetío, Charo, San Marcos, Caliente, Frío, San Lucas y Zinapécuaro; arroyos La Palma, Chapultepec, Santa Fé, Quiroga, Ajuno y Huintzio.
Limnología básica:	
Pátzcuaro: área 9000 ha.; vol. 500x10^6 m^3; prof. max. 12.3 m, prof. media 4.9 m; conductividad 800 µmhos/cm; temp. 15-25°C; pH=8.9-9.1; O_2=4-7.3 mg/l; alcalinidad de 10 meq/l; dureza de 125 a 187 mg/l; visibilidad 0.2 a 0.5 m; eutroficado. Por tratarse de una cuenca endorréica el agua que llega al lago proviene únicamente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior; las pérdidas de agua son debidas a la evaporación, transpiración de las plantas y a las extracciones. El lago cuenta con varias islas La Pacanda, Yunuén, Tecuén, Janitzio, Urandén Morelos, Urandén Morales y Jarácuaro. Cuitzeo: de forma alargada con un área total de 30,000 ha; el volumen medio anual de agua alcanza los 255 Mm^3. El volumen de agua promedio por escurrimiento que recibe en un año es de 456 Mm^3, y la evaporación es de 766 Mm^3; por tanto el déficit lluvia /evaporación es de 310 Mm^3; altitud 1 820 msnm. Características: polimíctico, conductividad promedio 3050 µmhos/cm; temp. 20-30°C; pH=8-11.5; visibilidad máxima 15 cm; Salinidad 1.75 o/oo. Las sales predominantes son carbonatos y bicarbonatos, asociados sobre todo al sodio (61.5%) que es muy abundantes en la región; el calcio (8.2%) y el magnesio (13.2%), que se consideran elementos responsables de la	

RHP Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas
dureza del agua, los cuales no son abundantes en el lago, de manera que éste se caracteriza como lago de agua blanda y al mismo tiempo salada. Presenta un tipo de suelo de consistencia débil y cuando están húmedos son tierras pegajosas y plásticas, lo que ocasiona que sean pocopermeables y de drenaje lento. A esta composición se le agrega la gran cantidad de sal (cloruro de sodio), "tequesquite" (mezcla de sulfato y cloruro de sodio), potasa y calizas que son el origen de su salinidad. A este lago llegan los ríos Grande de Morelia y Queréndaro y algunos manantiales pequeños de aguas termales. Recibe las aguas residuales crudas de Morelia que lo convierten a hipertrófico. Posee 11 islas, conocidas como Los Puercos, Tzirio Grande, Tzirio Chico, Las Cuatas, Chanaco, Tecuena, Corandeo, Las Borras, Los Magueyes, Las Palmas y Huiripitio. Yuriria: conductividad 200 µmhos/cm. Zirahuén: área 970 ha; vol. $216x10^6$ m^3; conductividad 100 µmhos/cm; temp. 15-22°C; pH=8; O_2=0.3-7.3 mg/l; alcalinidad=1 meq/l; P total=5-10 µg/l; clorofila "a"=2 mg/m^3 el lago presenta fertilización intermedia y una elevada penetración de luz, por lo que está considerado como oligomesotrófico. En términos de fertilización, se puede predecir una condición de enriquecimiento para la cuenca con una carga de 0.25 g-P/m^2/año. La pérdida de agua subterránea es evidente por la desaparición de los veneros en Tembúcharo y la desviación del agua del manantial de San Gregorio para su utilización en la cuenca vecina de Pátzcuaro. El arroyo La Palma: vel. corriente 0.05-.5 m^3/s. Presa Cointzio: capacidad de 60.7 Mm^3. Construida con el propósito de servir para riego, proporcionar agua potable, controlar avenidas y generar energía eléctrica. Presa Malpaís: capacidad de 29.6 Mm^3.
Geología/Edafología:
Zona de origen volcánico, con rocas predominantemente basálticas y andesíticas; pertenecen a la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico Transversal. Sus límites son las sierras de Comanja, Ziriate, Tigre, Santa Clara, Tingambato, Nahuatzen, Pichataro y Tarasca. Existen evidencias geológicas y biológicas que demuestran que la cuenca fue en sus orígenes abierta; formando un sistema hidrológico contínuo desde el lago Zirahuén, lago de Pátzcuaro y lago de Cuitzeo, para llegar finalmente como tributario al río Lerma. Posteriormente por procesos tectónicos, los lagos quedaron aislados formando su propia cuenca, desde entonces cerrada o endorréica. Los suelos son de varios tipos: Andosol, Luvisol, Litosol, Acrisol, Gleysol, Rankers, Vertisol y Feozem. En su mayoría se trata de suelos jóvenes en proceso de formación y con alta suceptibilidad a la erosión.
Características varias
Pátzcuaro: clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 14-20 ^oC Precipitación total anual de 700-1400 mm; evapotranspiración 800 mm. Cuitzeo: clima seco con lluvias en verano, en donde por lo general la evaporación excede a la precipitación. Temperatura entre 14.3-21 ^oC, con una isoterma de 18 ^oC. Precipitación entre 5.7-147.5 mm siendo su isoyecta de 600 mm. Principales poblados: Pátzcuaro, Morelia, Zirahuén, Sta. Clara del Cobre, Opopeo, Quiroga, Queréndaro

RHP Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas
Actividad económica principal: forestal, industrial, agrícultura de temporal, de riego y de humedad, turismo, ganadería, pesca y manufactura del cobre Indicadores de calidad de agua: Pátzcuaro y Cuitzeo: eutrófico. Zirahuén: oligo-mesotrófico. Cuitzeo: hipertrófico.
Biodiversidad
Tipos de vegetación: bosques mixtos de pino-encino, de pino, de encino, de oyamel, selva baja caducifolia, pastizales, matorral subtropical, matorral desértico micrófilo, especialmente asociaciones de huizache-mezquite, vegetación halófila, vegetación acuática y subacuática. Existe una gran diversidad de hábitats: lagos, reservorios, cuerpos acuáticos someros, ríos, arroyos, lagos salinos y humedales. En Pátzcuaro, flora característica: *Arbutus xalapensis, Clethra mexicana, Garrya laurifolia,* de pinos *Pinus lawsonii, P. leiophylla, P. michoacana, P. montezumae, P. pseudostrobus,* de encinos *Quercus candicans, Q. castanea, Q. crassipes, Q. gentryi, Q. laurina, Q. obtusata, Q. rugosa*; vegetación acuática: *Bacopa monnieri,* xuturi *Berula erecta,* tripa de pollo *Bidens aurea, B. laevis,* bejuquillo *Ceratophyllum demersum*, cuchilla *Cyperus niger, C. semiochraceus,* raicilla *Eleocharis montevidensis*, *Hydrocotyle ranunculoides, Limnobium laevigatum, Lemna gibba,* zacate *Najas guadalupensis* var. *guadalupensis,* ninfa *Nymphaea mexicana*, navajilla *Oxycaryum cubense*, *Platanthera limosa,* putzuri de hoja ancha *Potamogeton illinoensis,* putzuri delgado *P. pectinatus, Ranunculus dichotomus,* platanillo *Sagittaria latifolia latifolia*, *S. platyphylla, Scirpus californicus, S. validus,* flores de agua *Spirodela polyrrhiza,* tule *Typha domingensis*, *T. latifolia, Utricularia macrorhiza, Wolffia brasiliensis*, *Wolffiella lingulata*; vegetación riparia: *Salix bonplandiana* y *Taxodium mucronatum.* Fauna característica: de peces *Algansea monticola, A. tincella, Alloophorus robustus*, *Allotoca diazi, A. meeki, A. regalis, Chirostoma aculeatum, C. arge, C. estor, C. humboldtianum, C. labarcae, C. lucius, C. sphyraena, Hubbsina turneri, Moxostoma austrinum, Neoophorus diazi, Skiffia multipunctata, Xenotoca eiseni, X. variata, Yuriria alta, Zoogonecticus quitzeoensis;* de anfibios y reptiles la salamandra o achoque *Ambystoma dumerili.* Endemismos de plantas: *Arenaria bourgaei, Panicum sucosum, Sagittaria macrophylla;* de peces *Algansea lacustris, Allotoca dugesi, Chirostoma attenuatum, C. bartoni, C. charari, C. consocium, C. estor copandaro, C. grandocule*, *C. jordani, C. patzcuaro* (posiblemente extinta), *Goodea atripinnis*, *G. gracilis, G. luitpoldi, Notropis calientis, N. sallei, Poecilopsis infans, Skiffia bilineata, S. lermae*; de aves Geothlypis speciosa. Todas estas especies amenazadas por contaminación, desecación de cuerpos acuáticos y extracción de acuíferos junto con las aves *Accipiter cooperii, A. striatus, Atthis heloisa, Icterus cucullatus, Lepidocolaptes leucogaster, Melanotis caerulescens*. En Cuitzeo, flora característica: huizache *Acacia* sp, cazahuate *Ipomoea murucoides,* mezquite *Prosopis* sp., pirul *Schinus molle;* vegetación halófila: checame *Distichlis spicata,* verdolaga *Portulaca oleracea* y romerito *Suaeda nigra*; vegetación acuática: *Ceratophyllum demersum, Lemna gibba, Polygonum* sp., *Potamogeton illinoensis, P. pectinatus, Sagittaria latifolia latifolia y S. macrophylla, Oxycaryum cubense, Typha angustifolia, T. domingensis.* Fauna característica: de crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae;* de peces *Algansea tincella, Alloophorus robustus, Chirostoma aculeatum, Hubbsina turneri, Xenotoca variata*de; de aves el vencejo frente

RHP Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas	
blanca *Cypseloides storeri*; mamíferos el zorrillo *Conepatus mesoleucus*, el tlacuache *Didelphis virginiana*, la comadreja *Mustela frenata,* el tejón *Nasua narica,* la ardilla de tierra *Spermophilus variegatus*, el conejo *Sylvilagus floridanus* y la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*. Endemismos de peces *Algansea lacustris, Allotoca dugesi*, *Chirostoma attenuatum, C. bartoni, C. grandocule, C. jordani, Goodea atripinnis, Poecilopsis infans;* de aves *Geothlypis speciosa.* Los peces *Hubbsina turneri, Lampetra spadicea, Skiffia bilineata, S. lermae*; la rana *Anas acuta* y las aves *Accipiter striatus, Geothlypis speciosa, Ixobrychus exilis, Vireo nelsoni* se encuentran amenazados por contaminación, desecación de cuerpos de agua y extracción de acuíferos. En Zirahuén, endemismo de *Chirostoma attenuatum zirahuen y C. estor zirahuen* amenazadas por contaminación orgánica. En la presa Cointzo, ictiofauna característica: *Alloophorus robustus*, *Algansea tincella*, *Hubbsina turneri, Neoophorus diazi, Skiffia multipunctata, Zoogonecticus quitzeoensis.* Endemismos de peces *Allotoca dugesi, Poecilopsis infans, Skiffia bilineata, S. lermae.* En el lago Yuriria, fauna característica*:* de peces *Alloophorus robustus, Xenotoca variata, Yuriria alta*; de aves Pelecanus erythrorhynchus. Endemismos de peces *Chirostoma jordani, Goodea atripinnis, Notropis sallei, Skiffia bilineata.* Especies amenazadas de aves: *Anas americana, A. discors, Buteo jamaicensis, Circus cyaneus, Falco peregrinus, Geothlypis speciosa, Glaucidium brasilianum, Icterus cucullatus, I. wagleri, Myadestes occidentalis, M. townsendi*.	
Aspectos económicos	
Pesca artesanal del crustáceo C*ambarellus (Cambarellus) montezumae,* de acúmara *Algansea lacustris,* chegua *Alloophorus robustus, Allotoca dugesi,* achoque *Ambystoma dumerili,* trompo o carpa dorada *Carassius auratus,* charal prieto *Chirostoma attenuatum,* pescado blanco, *C. estor,* charal blanco *C. grandocule,* charal *C. humboldtianum,* charal pinto *C. patzcuaro,* carpa *Cyprinus carpio,* tiro *Goodea atripinnis,* barrigones *Hubbsina turneri,* lobina negra *Micropterus salmoides,* choromu *Neoophorus diazi, Neotoca biliniata,* tilapias azul *Oreochromis aureus,* negra *O. mossambicus* y del Nilo *O. niloticus, Skiffia lermae, Xenotoca variata*, *Zoogonecticus quitzeoensis.* Existe además la captura de mosco que incluye a un conjunto de crustáceos y larvas de insectos así como a la rana *Anas acuta*. El agua es un recurso estratégico del cual dependen los asentamientos humanos y las actividades antropogénicas regionales, se usa para abastecimiento, riego, acuicultura, ganadería, generación de energía eléctrica, actividades turísticas (lago) y transporte. Extracción de tule y artesanía del empajado. Los principales productos agrícolas incluyen maíz, frijol, avena, janamargo y lenteja. Existe una amplia diversidad de ramas artesanales como tallado de piedra y cantera, alfarería bruñida, textiles elaborados en telares de cintura, sombreros y artículos de palma, petates de tule y chuspata y tallados en madera y laca. En general, el manejo del bosque es extractivo, no existe un manejo silvícola que cuide el recurso. Se estima que de cada 4 m^3 de madera que ingresan a los aserraderos de la región, tres son clandestinos.	
Problemática	
Modificación del entorno	Cuerpos de agua impactados por altas densidades de población y actividades productivas de la región. Sobreexplotación de mantos acuíferos, desforestación intensiva y construcción de carreteras. Los

RHP Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas	
	lagos de Pátzcuaro, Zirahuén (reducto de bosque mesófilo) y Cuitzeo presentan azolvamiento continuo del vaso lacustre y reducción de la cuenca lacustre por aportes de sedimentos, producto de la desforestación y erosión severa de los suelos, desecación del cuerpo de agua y salinización del suelo, presencia de malezas acuáticas así como de descargas de basura, aguas negras, fertilizantes y biocidas.
Contaminación:	Por agroquímicos, aguas residuales domésticas y desechos sólidos.
Uso de recursos	Peces nativos (aterínidos y goodéidos), aves (ambistómidos en riesgo). Hay especies introducidas resistentes y de amplia distribución como las carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio,* los charales de Xochimilco *Chirostoma humboldtianum* y de la Laguna *Chirostoma lucius,* el lirio acuático *Eichhornia crassipes,* la lobina negra *Micropterus salmoides,* el guppy *Poecilia reticulata,* las tilapias azul *Oreochromis aureus,* negra *O. mossambicus,* del Nilo *O. niloticus* y la cola de espada *Xiphophorus helleri*. No hay observancia de las vedas, manejo inadecuado de la cuenca, sobreexplotación de mantos acuíferos y artes de pesca inadecuadas como chinchorros (red de arrastre), agalleras y atarrayas así como sobreexplotación de las grandes pesquerías. Extracción de tule para artesanía del empajado. El uso de suelo es forestal y agropecuario. Existe tala clandestina e incendios, los cuales requieren de atención inmediata. Extracción de leña como combustible.
Conservación	
Son zonas sumamente impactadas por la alta densidad de población humana y por actividades productivas regionales; preocupa la desforestación, erosión y azolvamiento de cuerpos de agua; la introducción de especies exóticas; vertimiento de aguas residuales y sobreexplotación de mantos acuíferos. El bosque mesófilo de montaña en riesgo. Se necesita reforestación, acuicultura de especies nativas para repoblar; tratamiento de aguas residuales y reciclamiento del agua, hacer un saneamiento ambiental (manejo adecuado de los contaminantes) y poner letrinas. Se necesita reducir el uso de la leña como combustible y fomentar el uso de estufas o alternativas más eficientes. Se estima que la mitad del territorio perteneciente a la región del lago de Pátzcuaro presenta un franco proceso de degradación.	

De manera general, la RHP sufre un deterioro constante que se ve reflejado en el azolvamiento continuo de los lagos y en la reducción de la cuenca lacustre por el aporte de sedimentos, que son resultado de la desforestación y erosión severa de los suelos. Asimismo, estos cuerpos de agua sufren: una desecación continua por

sobreexplotación, la invasión de malezas acuáticas, y contaminación, pues son receptores de aguas negras, basura doméstica, y lixiviados de fertilizantes.

El trazo carretero sujeto de este estudio de impacto ambiental, aun cuando se ubica dentro de esta RHP, no ocasionará o potenciará ninguna de las causas de deterioro con base en los siguientes razonamientos:

- El trazo del proyecto carretero no generará un desbalance de los aportes hídricos existentes en el SAR dado que contempla la construcción de infraestructura que garantizará la continuidad en dirección y volumen de los flujos hidrológicos superficiales, particularmente los asociados al cauce del Río Chiquito.
- No se prevé la construcción de obras que generen desechos sólidos o líquidos que puedan afectar la calidad del agua de los cauces existentes.
- Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto carretero no será necesario el aprovechamiento de aguas superficiales ni subterráneas.

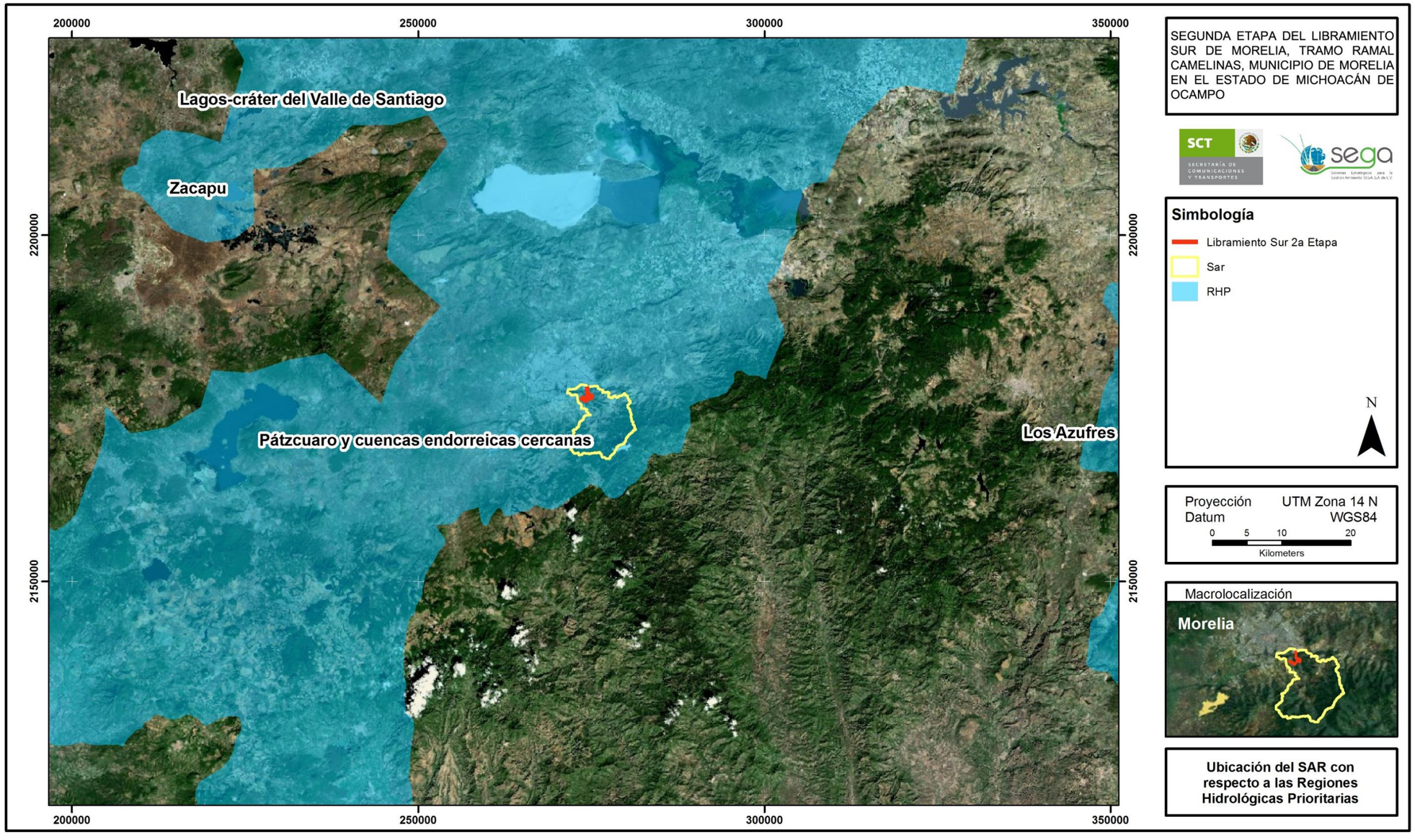


Figura IV. 21. Ubicación del SAR con relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

IV.2.1. MEDIO FÍSICO

IV.2.1.1 Clima

Con base en la clasificación climática de Köppen, modificada por Enriqueta García (1981), en el SAR definido para el proyecto se reporta sólo un tipo de clima que corresponde al Templado subhúmedo; este un tipo de clima con temperatura media anual entre 12 y 18°C, con régimen de lluvias en verano, muy húmedo, con un grado de humedad mayor de 55.0, este clima también se encuentra en lugares con vegetación de selva baja y/o pastizales.

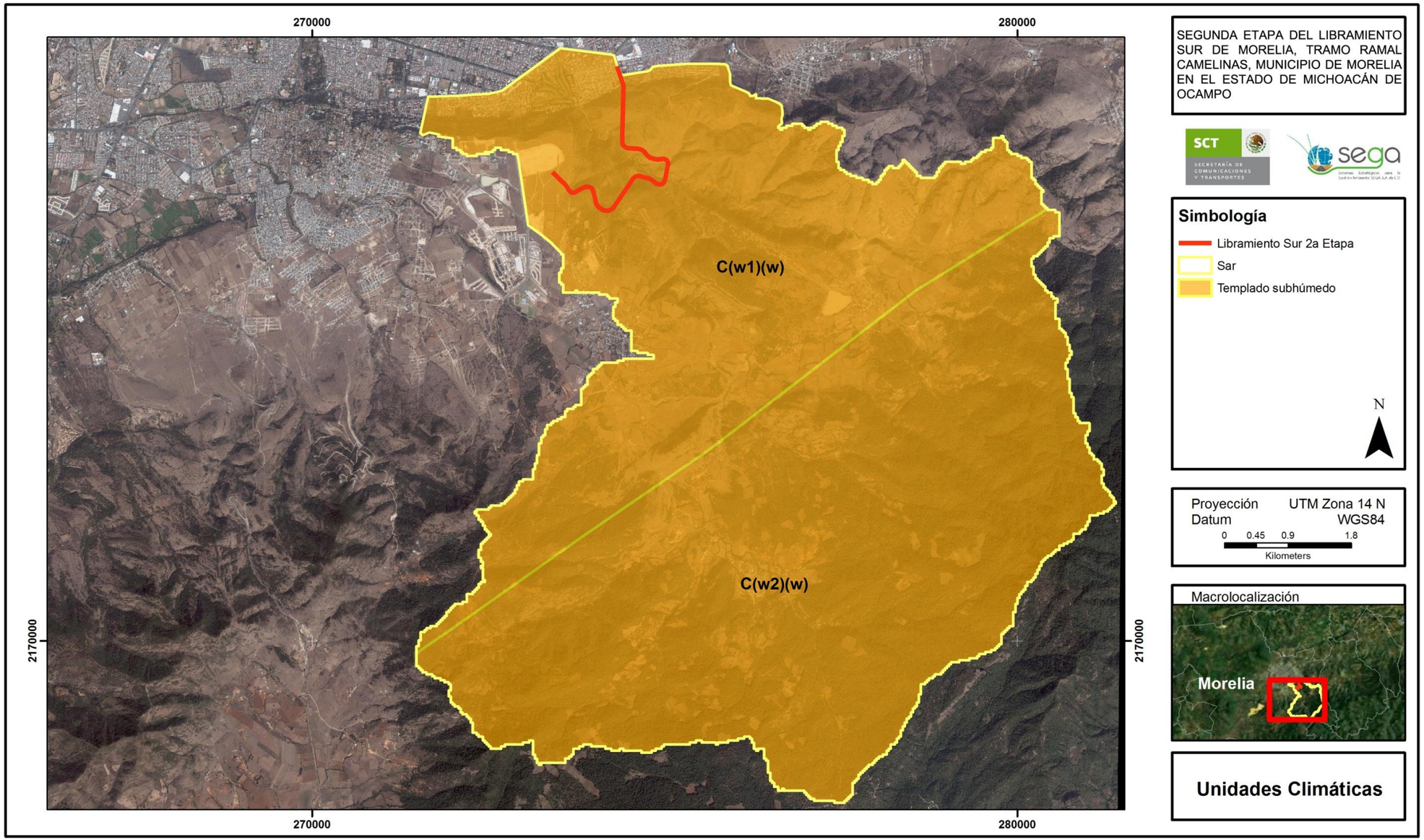


Figura IV. 22. Clima del SAR.

IV.2.1.1.1 Temperaturas y precipitación promedio mensual, anual y extremas

En las cercanías del SAR se localizan tres estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua, la primera es la 00016080 y la segunda 00016081 estas dos ubicadas en la Ciudad de Morelia y la otra con clave 00016055 ubicada en el poblado de Jesús del monte también ubicado en el Municipio de Morelia, Michoacán dentro del SAR delimitado. A continuación se presenta la información más relevante registrada en estas estaciones.

Estación meteorológica Morelia (OBS), No. 00016080

Ubicada en la Ciudad de Morelia, en las coordenadas geográficas 19°42'00'' Latitud Norte y 101°11'00'' Longitud Oeste, a una altitud de 1,912.7 msnm, datos tomados durante los años de 1981 al 2010.

De acuerdo a la información retomada de las normales climatológicas, se registraron un total de 107 días con lluvia, el porcentaje de niebla fue de 9.4, el porcentaje de la presencia de granizo fue de 0.6 y el porcentaje de la presencia de tormentas eléctricas fue de 3.7

La temperatura máxima anual es de 27.2°C, durante el mes de junio de 2005 se presentó la temperatura máxima promedio mensual con 34°C; la temperatura media anual es de 19°C, mientras que la temperatura mínima promedio anual registrada fue de 10.7°C y la mínima promedio mensual fue de 4.7°C, registrada esta última durante el mes de diciembre de 1999. En la Tabla IV.2, se presenta la información completa en este sentido.

Tabla IV. 2. Temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 16080 (Morelia, Michoacán).

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Máxima (ºC)													
Normal	24.9	26.5	28.3	30.0	30.8	29.1	26.4	26.4	26.0	26.1	26.1	25.4	27.2
Máxima Mensual	27.1	28.3	31.3	33.9	32.9	34.0	29.2	28.8	28.4	27.6	28.9	29.7	
Año De Máxima	1991	2000	1995	2000	1998	2005	1994	1997	1997	1997	1993	1993	
Máxima Diaria	35.0	33.0	39.0	36.5	36.0	38.0	34.0	31.0	31.0	32.0	32.0	33.0	
Años Con Datos	14	17	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	
Temperatura media (ºC)													
Normal	15.8	17.1	18.9	20.7	21.8	21.3	19.7	19.8	19.5	18.7	17.7	16.4	19.0
Años con datos	14	17	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	
Temperatura mínima (ºC)													
Normal	6.7	7.8	9.6	11.4	12.7	13.4	13.0	13.2	12.9	11.2	9.2	7.4	10.7
Mínima mensual	5.1	5.4	8.1	8.4	8.7	8.0	7.3	10.1	10.0	9.5	6.8	4.7	
Año de mínima	1999	1996	1993	1993	1993	1993	1993	1992	1992	1987	1999	1999	
Mínima diaria	-0.5	0.0	1.5	4.5	5.5	5.5	5.0	6.0	7.0	4.0	0.5	-0.6	
Años con datos	14	17	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	

La precipitación total anual es de 768.9 mm; la precipitación máxima mensual se presentó durante el mes de septiembre con un total de 287.9 mm en el año de 1998 y la precipitación máxima diaria se presentó el 08 de Junio de 1998 con un total de 80.1 mm.

Tabla IV. 3. Precipitación normal mensual, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación meteorológica 16080 (Morelia, Michoacán).

Precipitación pluvial (mm)													
Elemento	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**Mayo**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Normal	15.6	7.7	8.6	10.1	41.7	150.7	167.5	170.4	129.9	52.8	10.0	3.9	768.9
Máxima mensual	131.0	32.8	48.6	35.6	92.0	284.0	281.8	240.4	287.9	131.6	32.0	19.0	
Año de máxima	1992	2002	1997	1987	2002	2002	1991	1988	1998	1998	1997	1989	
Máxima diaria	32.0	31.5	18.0	17.5	59.0	80.1	60.0	66.3	66.0	51.7	18.1	9.9	
Años con datos	14	17	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	

Con base en la información anterior, en la Figura IV.23 se presenta el climograma elaborado para la estación meteorológica número 16080 en Morelia, Estado de Michoacán, México.

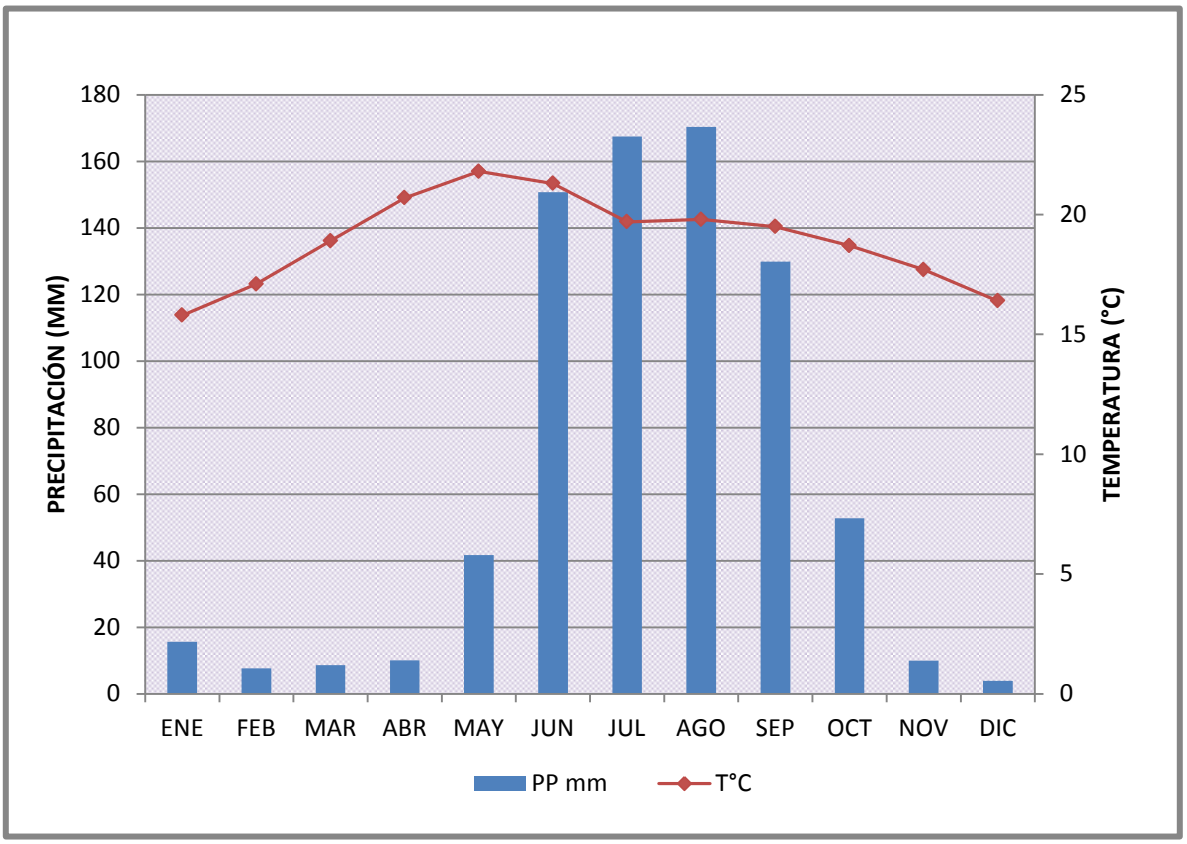


Figura IV. 23. Climograma para la estación meteorológica No. 16080 (Morelia, Michoacán).

Estación meteorológica Morelia (No. 00016081)

Ubicada en la Ciudad de Morelia, Estado de Michoacán; en las coordenadas geográficas 19°41'19'' Latitud Norte y 101°10'34'' Longitud Oeste, a una altitud de 1,908 msnm; datos recabados durante los años de 1981 al 2010.

De acuerdo a la información retomada de las normales climatológicas, se registraron un total de 110.3 días con lluvia, el porcentaje de niebla fue de 9.5, el porcentaje de la presencia de granizo fue de 0.5 y el porcentaje de la presencia de tormentas eléctricas fue de 5.1, respectivamente.

La temperatura máxima anual es de 26.9°C; durante el mes mayo de 1983 se presentó la temperatura máxima mensual con 34.3°C; la temperatura media anual es de 18.7°C, mientras que la temperatura mínima anual fue 10.5°C y la mínima mensual fue de 2.5°C, registrada esta última durante el mes de Enero de 1982 (Tabla IV.4).

Tabla IV. 4. Temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 16081 (Morelia, Michoacán).

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima (ºC)													
Normal	24.3	26.1	28.0	29.9	30.7	28.7	26.3	26.1	25.7	26.0	25.8	25.0	26.9
Máxima mensual	27.2	28.3	31.3	33.9	34.3	34.0	32.4	28.8	28.4	28.1	28.9	29.7	
Año de máxima	1986	2000	1995	2000	1983	1982	1982	1997	1997	1982	1993	1993	
Máxima diaria	35.0	33.0	39.0	36.5	37.4	35.5	34.5	31.0	31.0	32.0	32.0	33.0	
Años con datos	27	28	29	29	28	27	28	28	28	28	28	28	
Temperatura media (ºC)													
Normal	15.4	16.7	18.6	20.6	21.7	21.0	19.5	19.6	19.3	18.6	17.2	16.0	18.7
Años con datos	27	28	29	29	28	27	28	28	28	28	28	28	
Temperatura mínima (ºC)													
Normal	6.6	7.3	9.1	11.3	12.6	13.3	12.7	13.1	12.9	11.3	8.7	7.0	10.5
Mínima mensual	2.5	2.9	4.0	6.4	7.7	8.0	6.6	9.5	8.4	7.4	4.9	3.2	

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Año de mínima	1982	1983	1983	1983	1984	1993	1981	1981	1981	1981	1981	1981	
Mínima diaria	-2.6	-0.5	0.2	3.0	4.6	5.0	5.0	6.0	5.0	1.2	0.5	-0.2	
Años con datos	27	28	29	29	28	27	28	28	28	28	28	28	

En lo referente a precipitación pluvial, la total anual registrada es de 761.6 mm; la máxima mensual se presentó durante el mes de julio de 1983 con un total de 291.6 mm, mientras que la máxima diaria se presentó el 08 de Junio de1998 con un total de 80.1 mm (Tabla IV.5).

Tabla IV. 5. Precipitación pluvial temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 12110 (Chilapa de Álvarez, Guerrero).

Precipitación pluvial (mm)													
Elemento	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**Mayo**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Normal	20.0	6.6	7.2	11.1	44.4	138.3	170.3	166.6	132.9	49.8	10.2	4.2	761.6
Máxima mensual	136.3	32.8	48.6	35.6	92.0	284.0	291.6	256.9	287.9	131.6	51.8	19.0	
Año de máxima	2003	2002	1997	1987	2002	2002	1983	2005	1998	1998	2002	1989	
Máxima diaria	32.0	31.5	18.0	20.0	59.0	80.1	60.0	66.3	66.0	51.7	18.1	12.3	
Años con datos	27	28	29	29	28	27	28	28	28	28	28	28	

Con base en la información anterior, en la figura IV.24, se presenta el climograma elaborado para la estación meteorológica número 00016081 en Morelia, Estado de Michoacán, México.

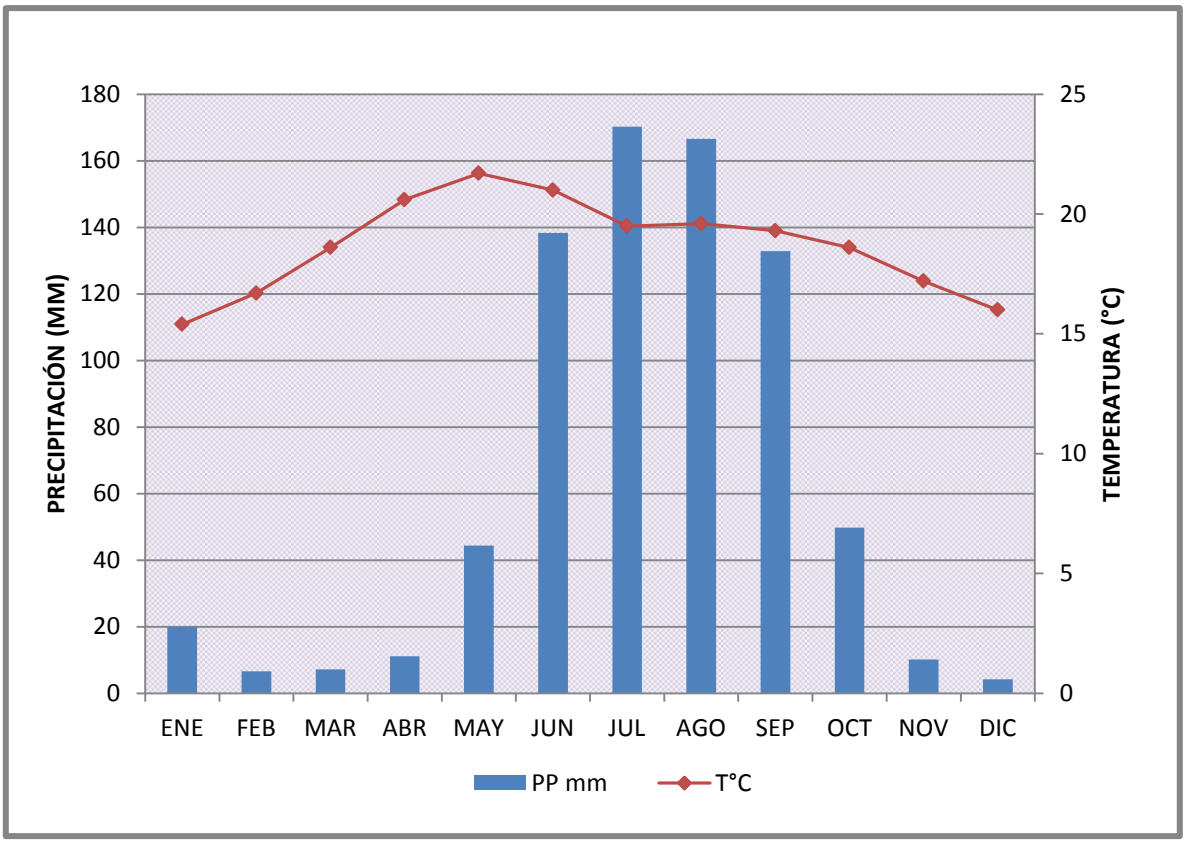


Figura IV. 24. Climograma para la estación meteorológica No. 16081 (Morelia, Michoacán).

Estación meteorológica Jesús de Monte (No. 00016055)

Ubicada en la localidad de Jesús del Monte, Municipio de Morelia, en las coordenadas geográficas 179°39'06'' Latitud Norte y 101°09'05'' Longitud Oeste, a una altitud de 2,180 msnm. Datos tomados durante los años de 1981 al 2010.

De acuerdo a la información retomada de las normales climatológicas, se registraron un total de 90.6 días con lluvia, el porcentaje de niebla fue de 13.2, el porcentaje de la presencia de granizo fue de 1.9 y el porcentaje de la presencia de tormentas eléctricas fue de 3.5, respectivamente.

La temperatura máxima anual es de 24.3°C, durante el mes de mayo de 1988 se presentó la temperatura máxima promedio mensual con 37.2°C; la temperatura media anual es de 16.9°C, mientras que la temperatura mínima promedio anual registrada fue de 9.4°C y la mínima promedio mensual fue de 2.7°C, registrada esta última durante el mes de enero de 2005. En la Tabla IV.6, se presenta la información completa.

Tabla IV. 6. Temperatura máxima, media y mínima registrada en la estación meteorológica 16055 (Jesús del Monte, Morelia, Michoacán).

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
temperatura máxima (ºC)													
Normal	21.1	22.4	26.2	29.6	30.6	26.4	23.7	23.0	22.6	22.6	22.1	21.6	24.3
Máxima mensual	23.5	25.5	32.6	34.6	37.2	31.6	28.2	28.2	28.1	28.7	28.9	26.7	
Año de máxima	2005	2005	1998	2002	1988	1991	1994	1997	2005	2005	1994	1994	
Máxima diaria	28.0	32.0	37.4	39.0	39.1	41.0	32.0	34.0	32.0	33.0	33.0	29.5	
Años con datos	27	27	28	28	27	26	26	28	27	28	28	26	
Temperatura media (ºC)													
Normal	14.5	15.5	18.1	20.3	21.0	18.4	16.7	16.3	15.9	15.9	15.3	14.8	16.9
Años con datos	27	27	28	28	27	26	26	28	27	28	28	26	

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura mínima (ºC)													
Normal	7.8	8.5	10.0	11.3	10.4	9.6	9.7	9.2	9.2	8.6	8.0	9.4	
Mínima mensual	2.7	3.2	6.6	7.9	8.5	8.0	7.0	7.9	7.7	7.8	7.3	3.0	
Año de mínima	2005	2004	2005	2005	1984	1987	1987	1987	2002	1987	1987	2004	
Mínima diaria	-1.0	-1.0	0.6	6.0	2.0	2.2	6.0	5.0	0.4	0.0	0.0	-1.0	
Años con datos	27	27	28	28	27	26	26	28	27	28	28	26	

La precipitación total anual es de 1,093.9 mm; la precipitación máxima mensual se presentó durante el mes de julio con un total de 426.2 mm en el año de 1998 y la precipitación máxima diaria se presentó el 03 de octubre 2008 con un total de 158.0 mm (Tabla IV.7).

Tabla IV. 7. Precipitación normal mensual, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación meteorológica 16055 (Jesús del Monte, Morelia, Michoacán).

Precipitación pluvial (mm)													
Elemento	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**Mayo**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Normal	18.7	9.3	11.0	22.6	62.7	182.2	243.2	245.9	174.0	89.9	26.1	8.3	1,093.9
Máxima mensual	183.4	33.8	75.6	100.9	195.0	348.7	426.2	356.6	285.1	195.0	96.8	36.3	
Año de máxima	1992	2007	1997	1997	1985	2001	1998	1985	2003	2008	1995	1981	
Máxima diaria	40.5	28.5	31.0	75.5	38.5	60.0	70.7	71.0	97.0	158.0	50.7	25.0	

Precipitación pluvial (mm)													
Elemento	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**Mayo**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Años con datos	27	27	28	28	27	26	26	28	27	28	28	26	

Con base en la información anterior, en la Figura IV.25, se presenta el climograma elaborado para la estación meteorológica número 00016055 en la localidad de Jesús del Monte, Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo, México.

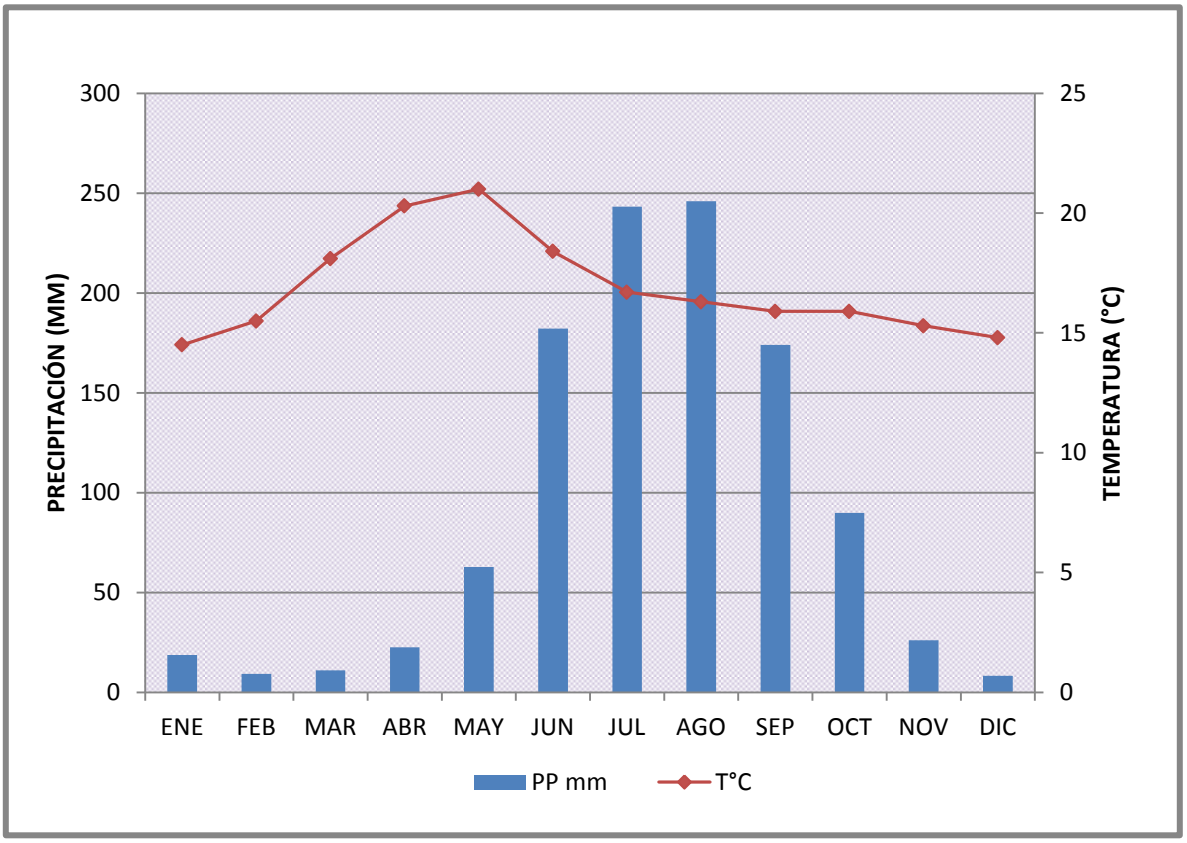


Figura IV. 25. Climograma para la estación meteorológica No. 16055 (Jesús del Monte, Morelia, Michoacán).

Datos más actuales (20 de julio al 16 de octubre) obtenidos de la estación meteorológica MC18-Morelia, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional arrojaron los siguientes datos con respecto a la temperatura y a la precipitación:

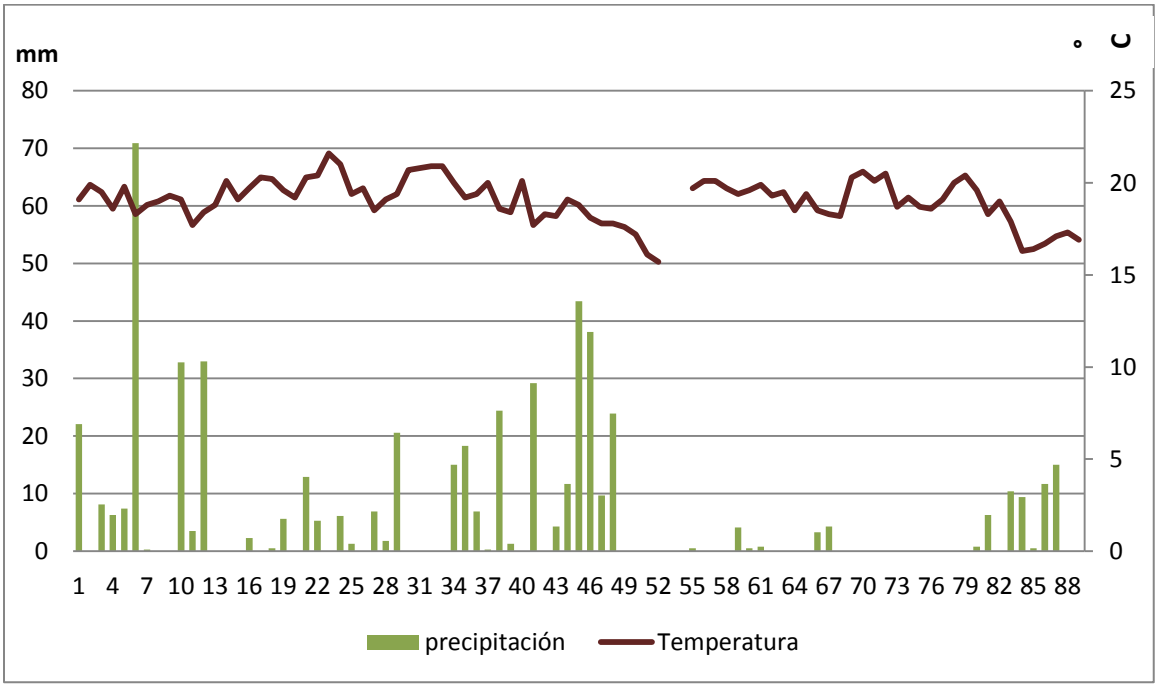


Figura IV. 26. Climograma para la estación meteorológica MC18-Morelia del SMN.

Los datos utilizados para la elaboración de este climograma se muestran más adelante en la tabla IV.11.

En términos generales, se concluye que dentro del SAR la temperatura mínima anual va de los 0 a los 4°C y la temperatura máxima anual oscila de los 30 y los 36°C. Los valores anteriores dependen de las características particulares de cada región.

Las siguientes tablas muestran a detalle la composición de estos componentes ambientales respecto al SAR:

Tabla IV. 8. Temperatura máxima anual dentro del SAR.

Rango Temperatura Máxima Anual	Superficie (Ha)	Porcentaje
De 34 a 36	1,351.69	19.88
De 32 a 34	5,349.24	78.68
De 30 a 32	97.79	1.44
Total	6,798.72	100.00

Tabla IV. 9. Temperatura mínima anual dentro del SAR.

Rango de Temperatura Mínima Anual	Superficie (Ha)	Porcentaje
De 0 a 2	2,993.36	44.03
De 2 a 4	3,805.36	55.97
Total	6,798.72	100.00

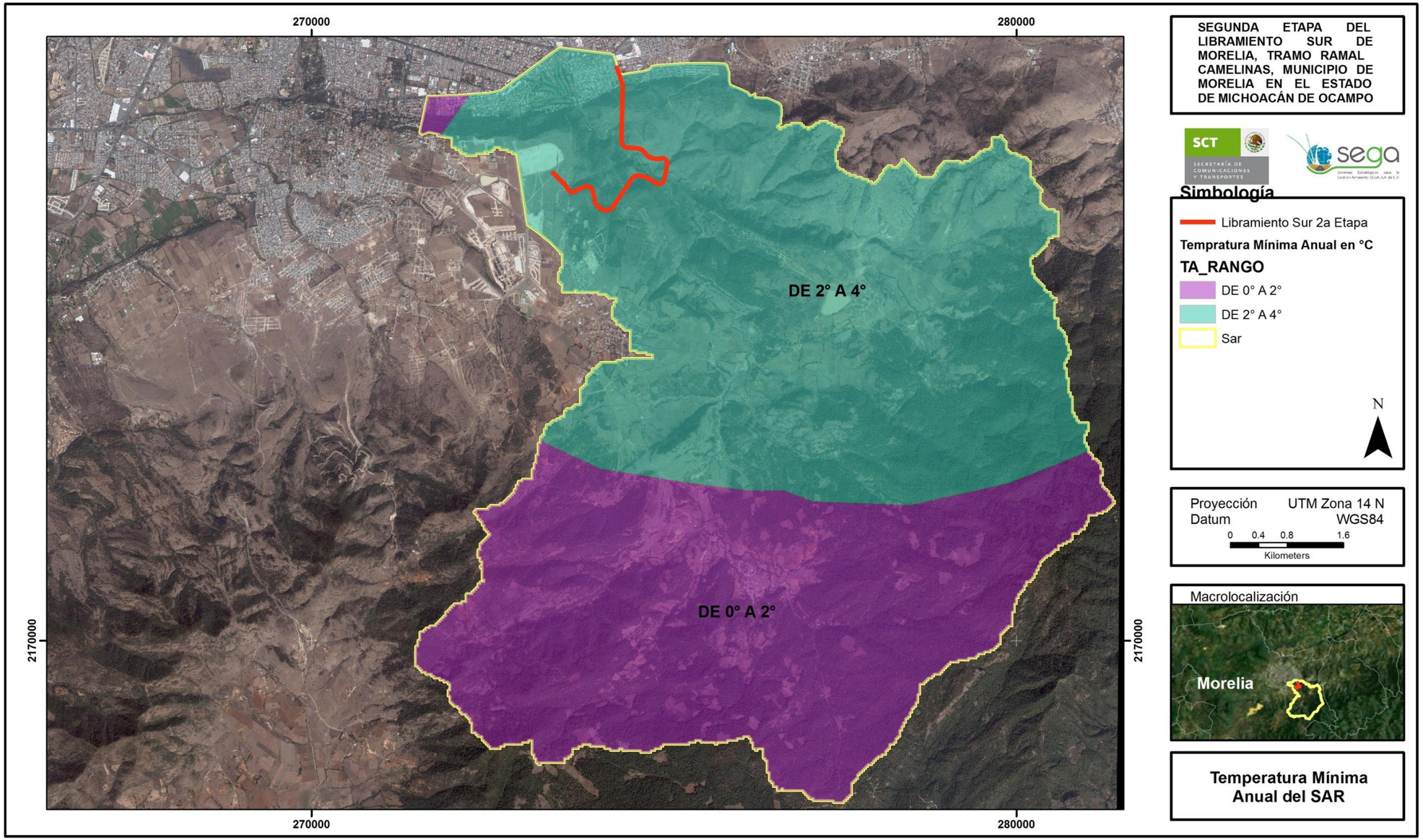


Figura IV. 27. Temperatura mínima anual en el SAR.

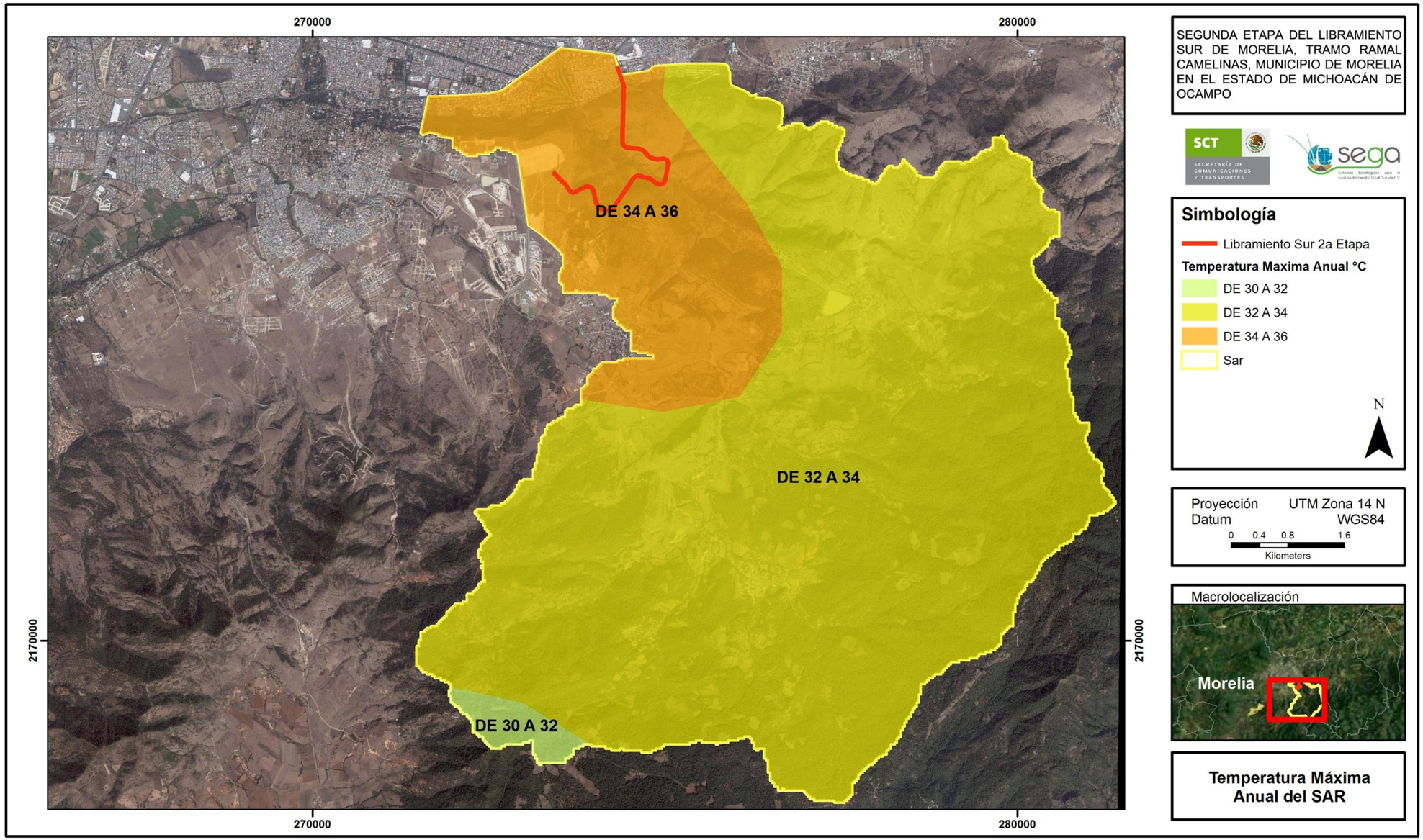


Figura IV. 28. Temperatura Máxima Anual en el SAR.

La precipitación media anual dentro del SAR va de los 600 a los 800 mm, mientras que la precipitación anual total va de los 800 a los 1,200mm, dándose con mayor intensidad en la región conocida como pico o cerro azul en la parte sur y sureste del SAR.

Tabla IV. 10. Precipitación total anual dentro del SAR.

Rango de Precipitación Total Anual (mm)	Superficie Ha	Porcentaje
De 800 a 1000	4,551.68	66.95
De 1000 a 1200	2,247.04	33.05
Total	6,798.72	100.00

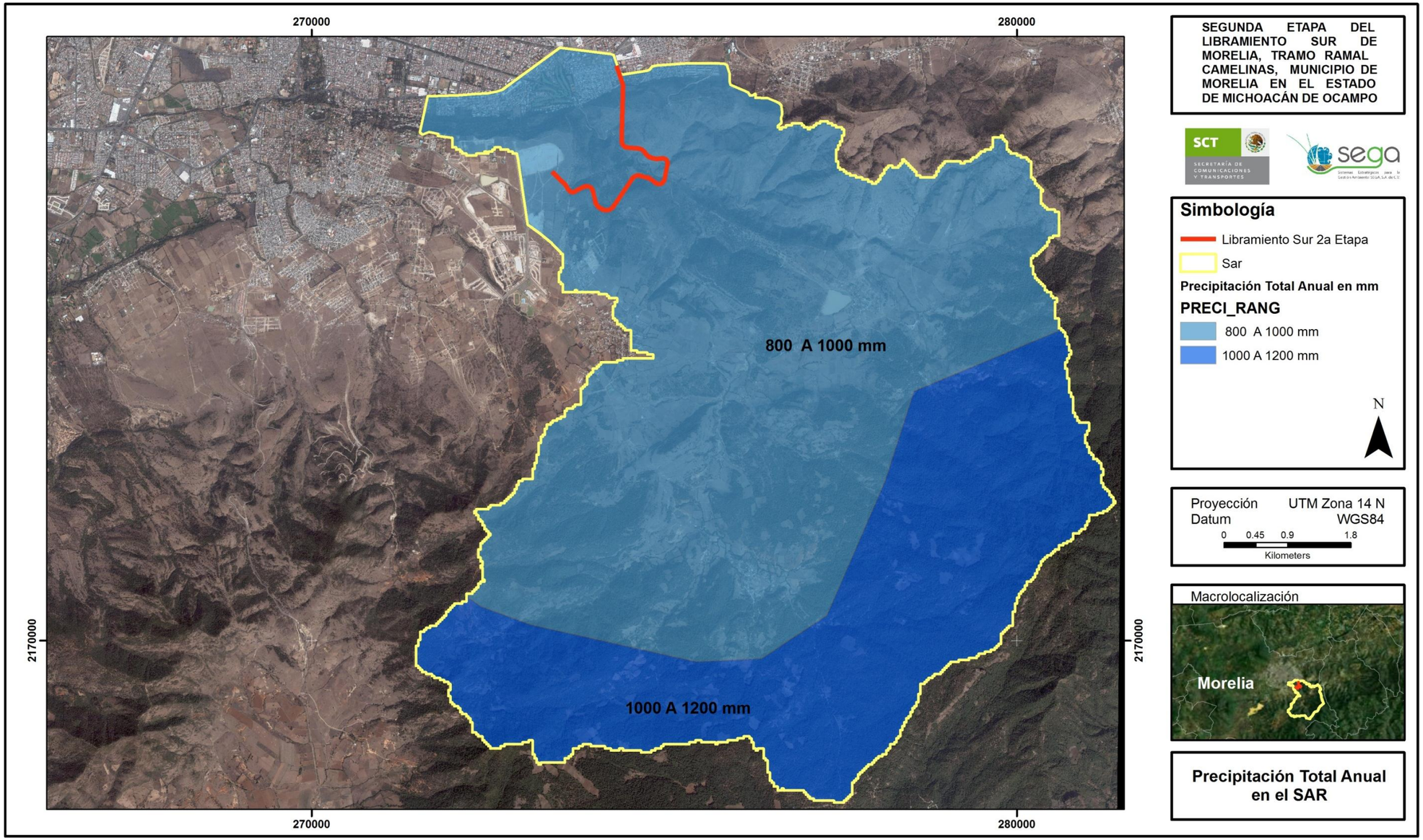


Figura IV. 29. PTA dentro del SAR.

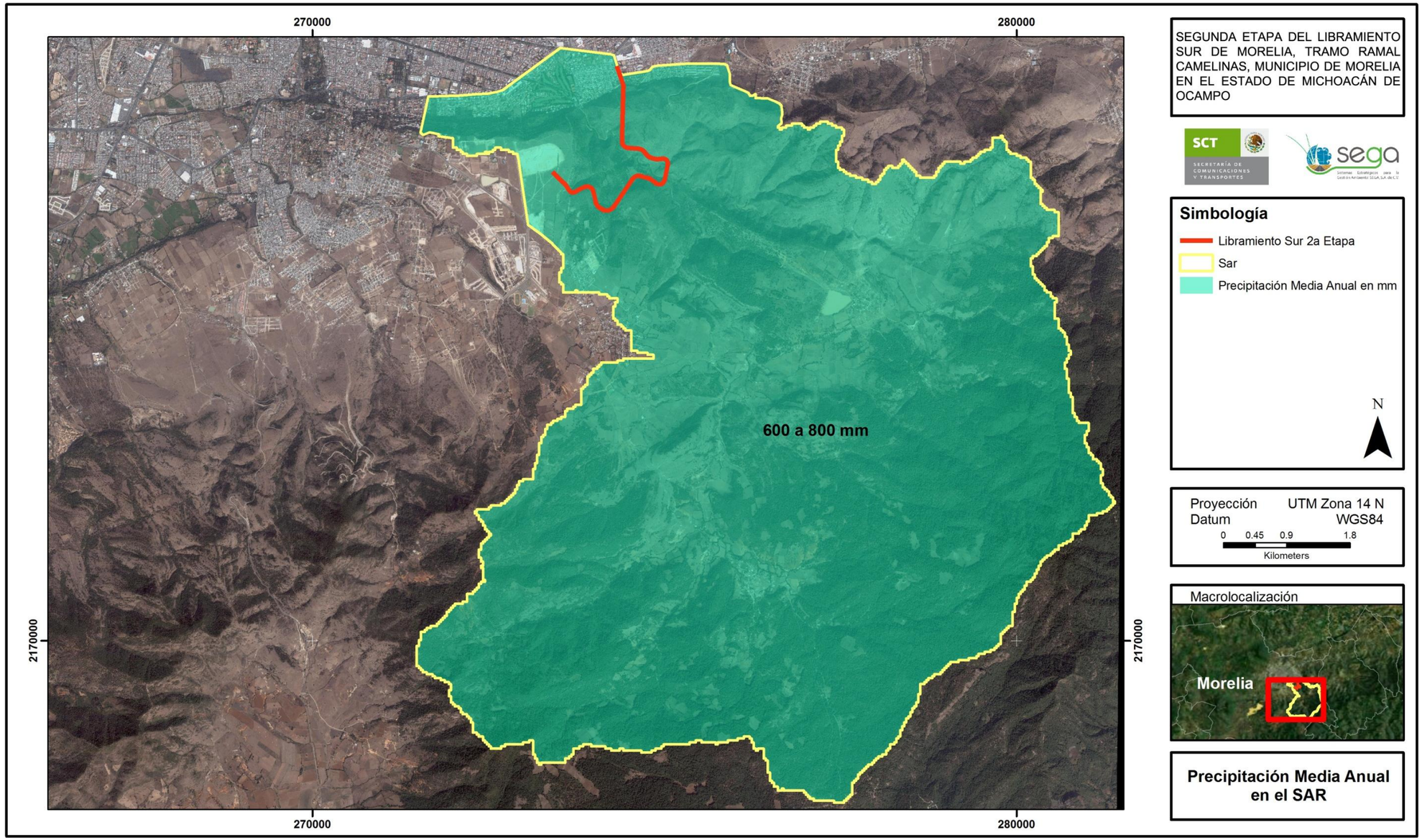


Figura IV. 30. PMA dentro del SAR.

IV.2.1.1.2. Otros fenómenos físicos (Vientos, humedad y radiación solar).

El viento es un elemento climatológico definido como "el aire en movimiento" y se describe por dos características: 1) la velocidad y 2) la dirección. En este sentido, los vientos predominantes en la región se presentan en su mayoría en dirección hacia el sur como lo muestra la Figura IV.31, con una velocidad que ha alcanzado hasta los 2.31 km/h, con una media de 0.61 km/h, durante el periodo que corresponde del 20 de julio al 16 de octubre del presente año, esto de acuerdo a datos arrojados por la estación meteorológica MC-18 Morelia.

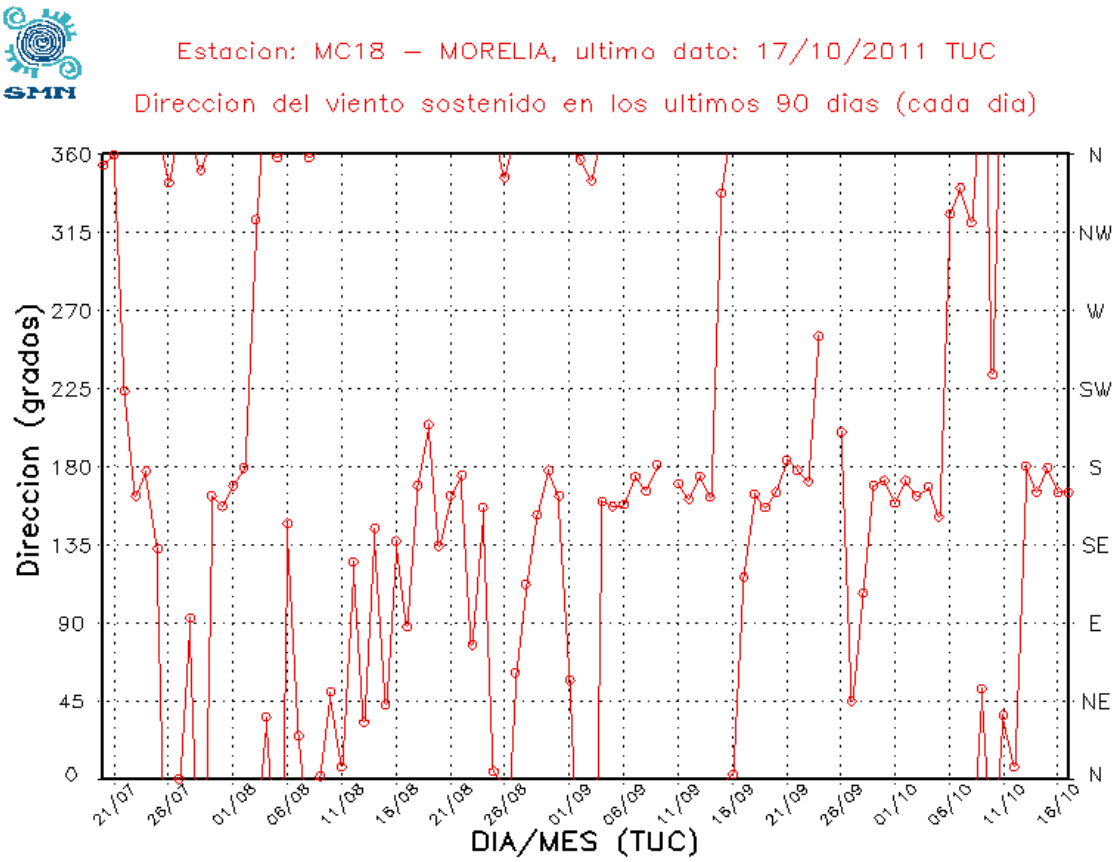


Figura IV. 31 Dirección del viento de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia.

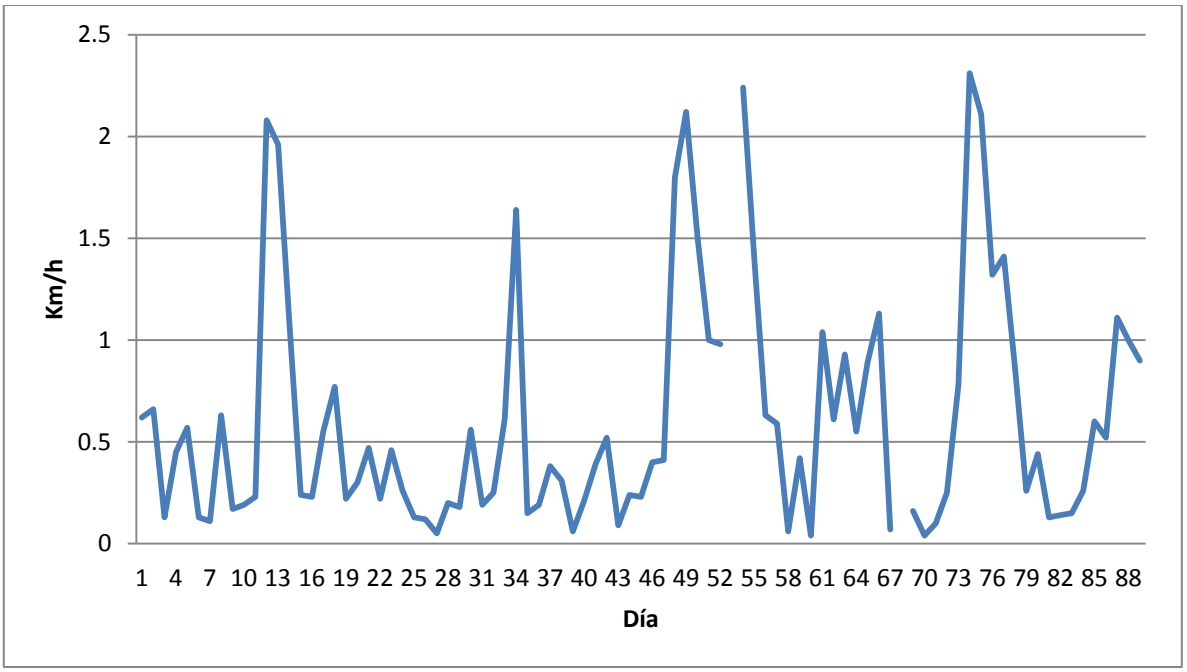


Figura IV. 32. Velocidad del viento de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia.

Respecto a la humedad relativa esta alrededor del 75.2%, desarrollándose en los últimos tres meses de la siguiente manera:

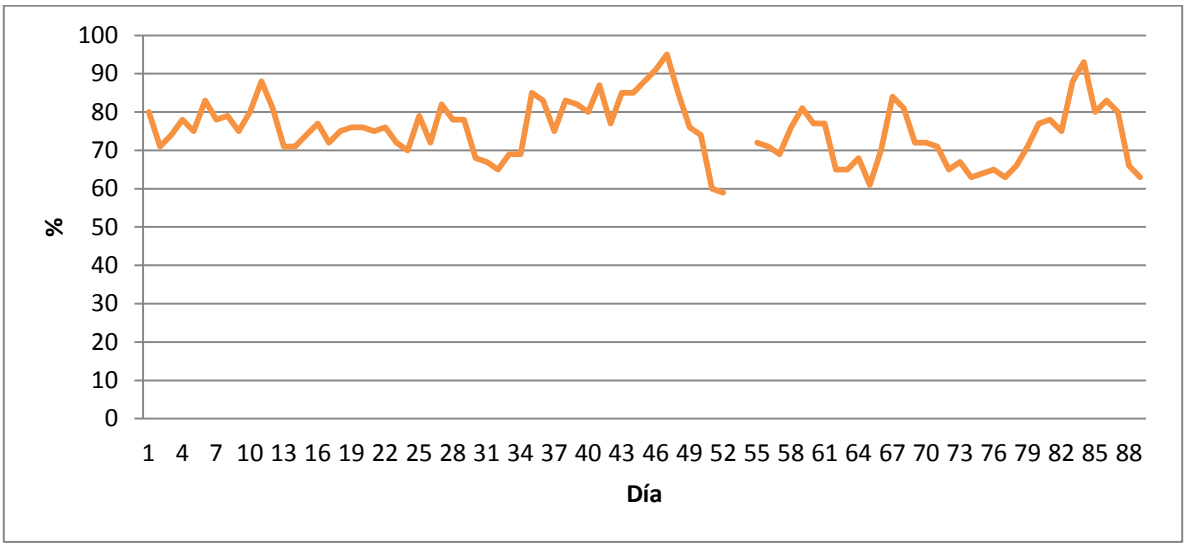


Figura IV. 33. Humedad relativa de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia.

Por ultimo tenemos que la radiación solar en los últimos 3 meses ha ido de los 81.9 hasta los 318.7 w/m^2, de acuerdo a esta misma estación meteorológica, teniendo una media de 227.01 w/m^2.

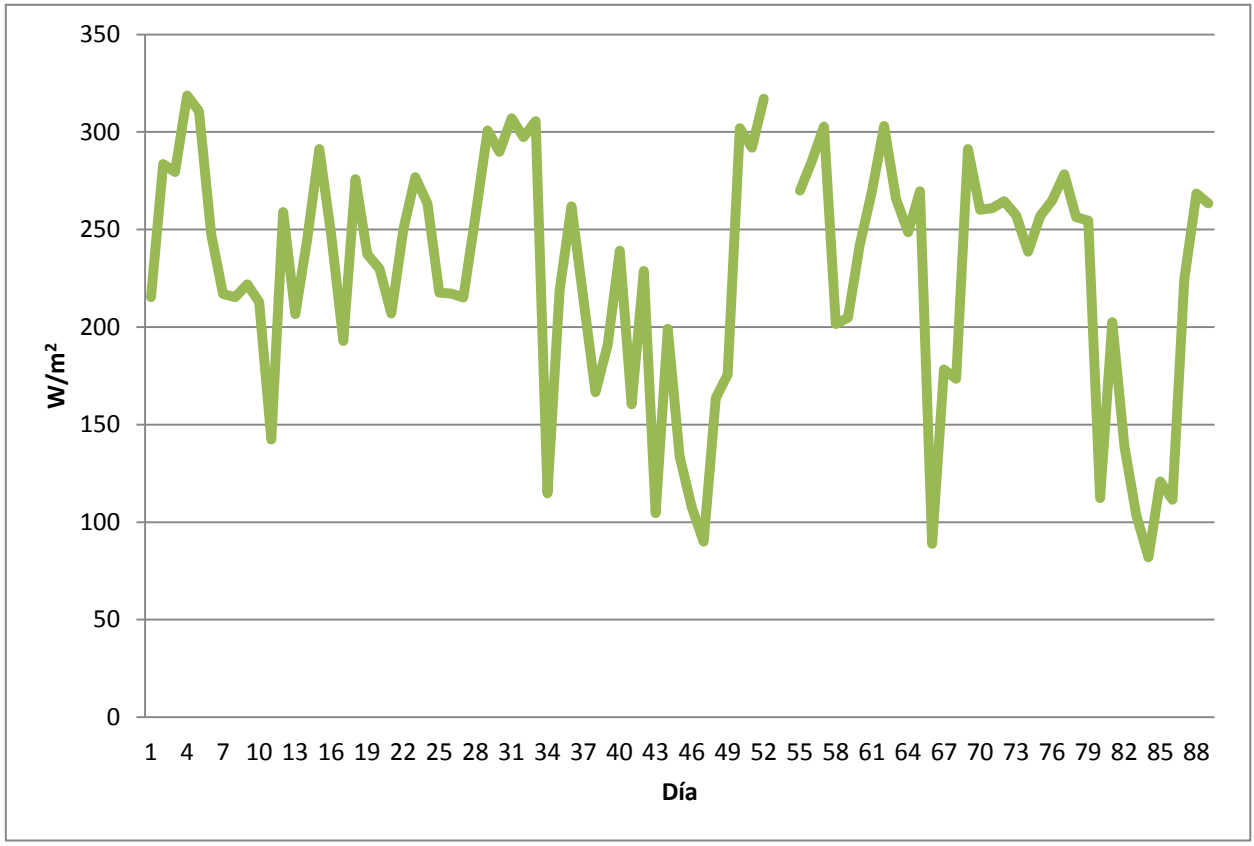


Figura IV. 34. Radiación solar de acuerdo a la estación meteorológica MC-18 Morelia.

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos por la estación meteorológica MC18-Morelia, los cuales fueron la base de los aspectos antes mencionados.

Tabla IV. 11. Datos resientes de las condiciones climatológicas del Municipio de Morelia, arrojados por la estación MC18-Morelia.

Día	DD/MM/AAAA	Dirección del viento (Grados)	Velocidad del Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Humedad relativa %	Precipitación (mm)	Radiación solar (w/m^2)
1	20/07/2011	353	0.62	19.1	80	22.1	215.4
2	21/07/2011	359	0.66	19.9	71	0	283.5
3	22/07/2011	223	0.13	19.5	74	8.1	279.5
4	23/07/2011	163	0.45	18.6	78	6.3	318.7
5	24/07/2011	177	0.57	19.8	75	7.4	310.6
6	25/07/2011	133	0.13	18.3	83	70.9	247.7
7	26/07/2011	343	0.11	18.8	78	0.3	216.9
8	27/07/2011	0	0.63	19	79	0	215.4
9	28/07/2011	93	0.17	19.3	75	0	221.9
10	29/07/2011	350	0.19	19.1	80	32.8	212.8
11	30/07/2011	163	0.23	17.7	88	3.5	142.3
12	31/07/2011	157	2.08	18.4	81	33	259
13	01/08/2011	169	1.96	18.8	71	0	206.6
14	02/08/2011	179	1.09	20.1	71	0	244.9
15	03/08/2011	322	0.24	19.1	74	0	291.2
16	04/08/2011	36	0.23	19.7	77	2.3	247.4
17	05/08/2011	357	0.55	20.3	72	0	192.8
18	06/08/2011	147	0.77	20.2	75	0.5	275.8
19	07/08/2011	25	0.22	19.6	76	5.6	237.3
20	08/08/2011	357	0.3	19.2	76	0	230
21	09/08/2011	2	0.47	20.3	75	12.9	206.9
22	10/08/2011	50	0.22	20.4	76	5.3	250.4
23	11/08/2011	7	0.46	21.6	72	0	276.8
24	12/08/2011	125	0.26	21	70	6.1	263.2
25	13/08/2011	33	0.13	19.4	79	1.3	217.7
26	14/08/2011	144	0.12	19.7	72	0	217.2
27	15/08/2011	43	0.05	18.5	82	6.9	215.1
28	16/08/2011	137	0.2	19.1	78	1.8	257
29	17/08/2011	88	0.18	19.4	78	20.6	300.8
30	18/08/2011	169	0.56	20.7	68	0	289.8
31	19/08/2011	204	0.19	20.8	67	0	307.1
32	20/08/2011	134	0.25	20.9	65	0	297.4
33	21/08/2011	163	0.61	20.9	69	0	305.5
34	22/08/2011	175	1.64	20	69	15	114.8
35	23/08/2011	77	0.15	19.2	85	18.3	218.9
36	24/08/2011	156	0.19	19.4	83	6.9	261.9

Día	DD/MM/AAAA	Dirección del viento (Grados)	Velocidad del Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Humedad relativa %	Precipitación (mm)	Radiación solar (w/m^2)
37	25/08/2011	5	0.38	20	75	0.3	213.6
38	26/08/2011	346	0.31	18.6	83	24.4	166.6
39	27/08/2011	61	0.06	18.4	82	1.3	190.8
40	28/08/2011	112	0.21	20.1	80	0	239.1
41	29/08/2011	152	0.39	17.7	87	29.2	160.4
42	30/08/2011	178	0.52	18.3	77	0	228.8
43	31/08/2011	163	0.09	18.2	85	4.3	104.6
44	01/09/2011	57	0.24	19.1	85	11.7	199.1
45	02/09/2011	356	0.23	18.8	88	43.4	133.6
46	03/09/2011	344	0.4	18.1	91	38.1	107.6
47	04/09/2011	160	0.41	17.8	95	9.7	90
48	05/09/2011	157	1.8	17.8	85	23.9	163.6
49	06/09/2011	158	2.12	17.6	76	0	175.6
50	07/09/2011	174	1.5	17.2	74	0	302
51	08/09/2011	166	1	16.1	60	0	292
52	09/09/2011	181	0.98	15.7	59	0	317
53	10/09/2011					0	
54	11/09/2011	170	2.24			0	
55	12/09/2011	161	1.4	19.7	72	0.5	270
56	13/09/2011	174	0.63	20.1	71	0	285.1
57	14/09/2011	162	0.59	20.1	69	0	302.7
58	15/09/2011	337	0.06	19.7	76	0	201.5
59	16/09/2011	3	0.42	19.4	81	4.1	204.8
60	17/09/2011	116	0.04	19.6	77	0.5	242.2
61	18/09/2011	164	1.04	19.9	77	0.8	269.6
62	19/09/2011	156	0.61	19.3	65	0	303.1
63	20/09/2011	165	0.93	19.5	65	0	265.9
64	21/09/2011	184	0.55	18.5	68	0	248.6
65	22/09/2011	178	0.89	19.4	61	0	269.7
66	23/09/2011	171	1.13	18.5	70	3.3	88.8
67	24/09/2011	255	0.07	18.3	84	4.3	178.3
68	25/09/2011			18.2	81	0	173.5
69	26/09/2011	200	0.16	20.3	72	0	291.2
70	27/09/2011	45	0.04	20.6	72	0	260.1
71	28/09/2011	107	0.1	20.1	71	0	261
72	29/09/2011	169	0.25	20.5	65	0	264.5
73	30/09/2011	172	0.78	18.7	67	0	257.2
74	01/10/2011	159	2.31	19.2	63	0	238.7

Día	DD/MM/AAAA	Dirección del viento (Grados)	Velocidad del Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Humedad relativa %	Precipitación (mm)	Radiación solar (w/m^2)
75	02/10/2011	172	2.11	18.7	64	0	257
76	03/10/2011	163	1.32	18.6	65	0	264.9
77	04/10/2011	168	1.41	19.1	63	0	278.4
78	05/10/2011	151	0.86	20	66	0	256.4
79	06/10/2011	325	0.26	20.4	71	0	254.5
80	07/10/2011	340	0.44	19.6	77	0.8	112.3
81	08/10/2011	320	0.13	18.3	78	6.3	202.6
82	09/10/2011	52	0.14	19	75	0	138.8
83	10/10/2011	233	0.15	17.9	88	10.4	103.7
84	11/10/2011	37	0.26	16.3	93	9.4	81.9
85	12/10/2011	7	0.6	16.4	80	0.5	120.8
86	13/10/2011	180	0.52	16.7	83	11.7	111.5
87	14/10/2011	165	1.11	17.1	80	15	224.3
88	15/10/2011	179	1	17.3	66	0	268.4
89	16/10/2011	165	0.9	16.9	63	0	263.4

Tal y como lo muestra la tabla anterior y las figuras correspondientes, existen días donde la estación meteorológica no registró datos.

IV.2.1.1.3. Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes

IV.2.1.1.3.1. Heladas

En México, la distribución de las heladas se manifiesta, principalmente en dos grandes regiones, la primera y la más extensa está sobre las sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes, que comprende a los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas; la segunda, aunque no de menor importancia se localiza en la parte centro del país, que incluye los Estados de Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo, región que limita con el Sistema Volcánico Transversal.

Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.Sin embargo, las heladas que ocurren en México durante los meses del verano, son las que causan fuertes daños a la agricultura.

Como se puede observar en la siguiente imagen, la región donde se ubica en SAR se ubica en una zona donde la probabilidad de heladas, va de 61 a 120 días al año (CENAPRED 2007).

IV.2.1.1.3.2. Nevadas

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en el Valle de México.

IV.2.1.1.3.3. Huracanes.

Po su ubicación geográfica el Estado de Michoacán es propenso a ser afectado por huracanes que se forman en el Pacífico, sin embargo, estos difícilmente llegan a causar algún efecto directo en el SAR, dada su lejanía con la línea de costa. En la Tabla IV.12 se pueden observar los huracanes que han afectado al Estado en los últimos 40 años; siendo el de mayor categoría (Cinco) Celia en 2010, que toco las costas de Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Colima.

Tabla IV. 12. Eventos meteorológicos extremos (huracanes) originados en El Océano Pacífico y reportados para el Estado de Michoacán en el período de 1970 al 2011.

Año	Nombre	Categoría de impacto	Estados Afectados	Día de impacto	Vientos máximos km/h
2011	Eugene	DT, TT, H1, H2, H3, H4	Oax, Gro, Mich, Col, Jal, BCS	31 Julio	220
	Dora	DT, TT, H1, H2, H3, H4	Chis, Oax, Gro, Mich, Col, Jal, NAY, SIN,BCS	18 Jul	250
	Calvin	DT, TT, H1	Gro, Mich, Col, Jal	7 Jul	130
	Adrián	DT, TT, H1, H2, H3, H4,	Gro, Mich, Col. BCS	7 Jun.	220
2010	Frank	DT, TT, H1	Chis, Oax, Gro, Mich, Col, Jal, BCS	21 Ago.	150
	Estelle	DT, TT,	Gro, Mich, Col, Jal, BCS	5 Ago.	100
	Celia	DT, TT, H1, H2, H3, H4, H5	Oax, Gro, Mich, Col	19 Jun.	260
2009	Jimena	DT, TT, H1, H2, H3, H4, H5.	Gro, Mich, Col, Jal, BCS	28 Ago.	250
	Andres		Gro, Mich, Col, Jal.	21 Jun.	120
	E1	DT	Mich, Col, Son, Sin	18 Jun	55
2008	Odile	TT	Gro, Mich, Col.	11 oct.	100
	DT5E	DT	Mich.	31 mayo	55
2006	Norman	DT	Col, Mich, Jal.	15 Oct.	55
2005	Dora	TT	Gro, Mich, Col.	4 Jul	65
2002	Julio	TT	Gro, Mich, Col, Jal.	26 Sep.	65
2000	Norman	TT(DT)	Mich, Col, Jal, Sin.	20 Sep	75 (55)
1999	Greg	H1	Gro, Col, Mich, Jal ,Sin, Bcs, Son,	8 Sep.	120
1997	Pauline	H3 (H2)	Oax, Gro, Mich, Jal	8 Oct.	195 (165)

Año	Nombre	Categoría de impacto	Estados Afectados	Día de impacto	Vientos máximos km/h
1996	Hernan	H1 (DT)	Jal, Mich, Col, Nay.	3 Oct.	120 (45)
	Boris	H1	Gro, Mich, Jal, Nay.	29 Jun.	148
	Alma	H2	Gro, Mich, Jal, Col.	23 Jun	160
1992	Winifred	H2	Mich, Col, Jal.	9 Oct.	175
	Virgil	H2	Mich, Col, Jal.	3 Oct.	175
1991	Ignacio	TT	Mich, Col, Gro.	18 Sep.	95
1984	Odile	TT	Mich, Gro	22 Sep.	93
1979	Ignacio	TT	Col, Mich.	30 Oct.	100
	Andres	H1	Mich, Col, Jal.	4 Jun.	120
1978	Aletta	TT	Gro, Mich.	30 Mayo	85
1976	Madeline	H4	Gro, Mich.	8 Oct.	230
1974	Fifi	TT	Chis, Oax, Gro, Mich	19 Sep.	85
	Norma	TT	Gro, Mich	10 Sep	85
1973	Bernice	TT	Gro, Mich	23 Jun.	85
1972	Annette	TT	Col, Mich	8 Jun.	65
1971	Bridget	TT	Oax, Gro, Mich, Col, Jal	17 Jun.	85
1971	Agatha	H1	Mich, Gro	24 mayo	140

(Categoría de Impacto: H1: Categoría 1, H2: Categoría 2, H3: Categoría 3, H4: Categoría 4, H5: Categoría 5, TT: Tormenta Tropical, DT: Depresión Tropical) reportados por la Subdirección General Técnica, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional.

Así mismo en el pacífico nororiental se han presentado otros cinco fenómenos tropicales de los cuales el SMN no ha publicado información respecto a ellos; dichos fenómenos son:

Nombre	Día de impacto
Fernanda	15 Ago.
Greg	16 Ago.
Hilary	21 Sep.
Irwin	6 Oct.
Jova	6 Oct.

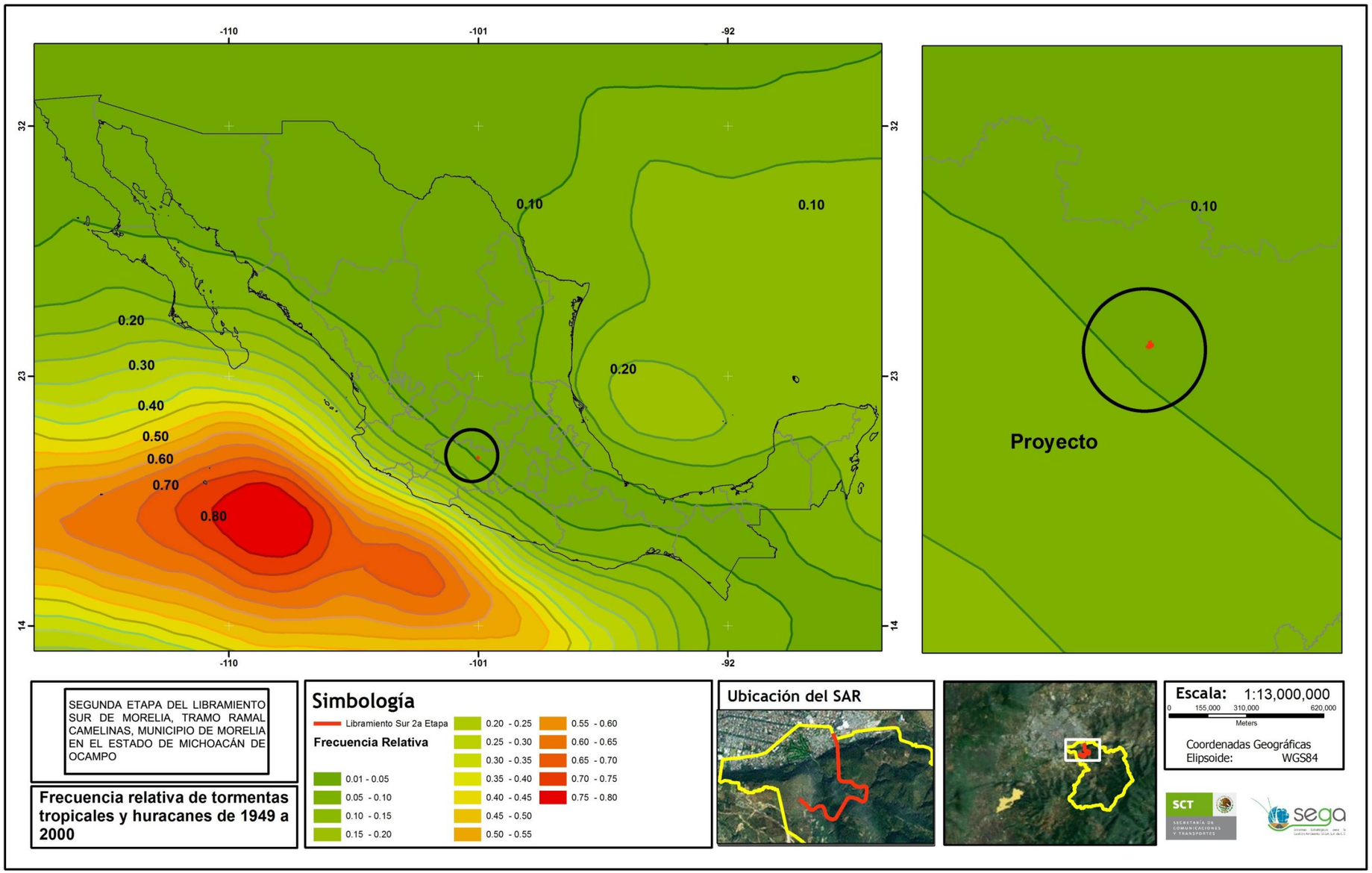


Figura IV. 35. Frecuencia de tormentas tropicales y huracanes aledaños al proyecto.

Como se observa en la imagen Anterior el SAR está en la segunda frecuencia relativa más baja de que ocurran estos fenómenos naturales, debido a la lejanía en que se ubica el sistema de la costa; llegándose a sentir estragos de estos fenómenos en una frecuencia de tan sólo de 5 a 10 acontecimientos por año como se muestra a continuación.

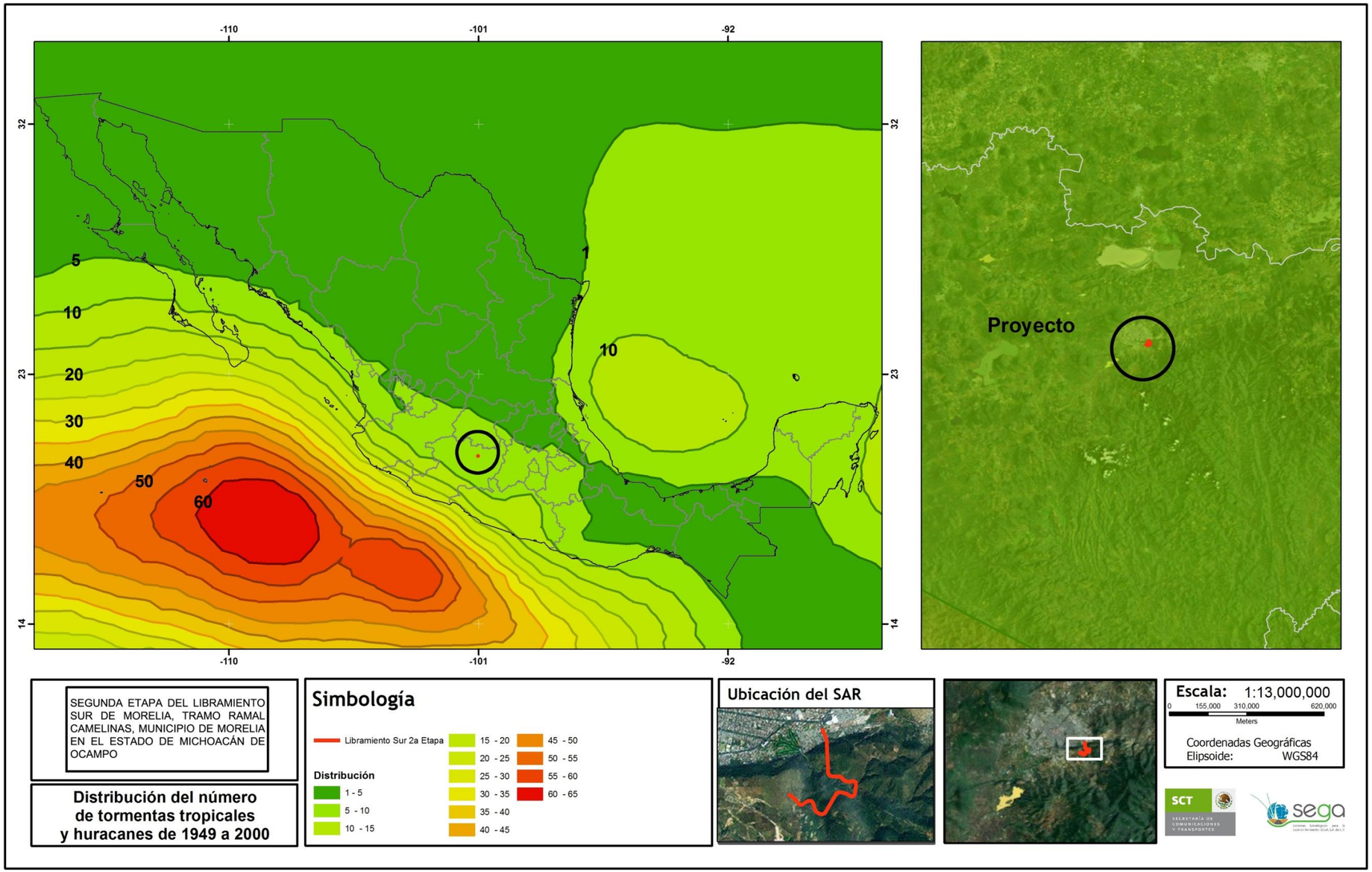


Figura IV. 36. Frecuencia de TT y huracanes respecto al proyecto.

IV.2.1.2. AIRE

V.2.1.2.1. Calidad atmosférica de la región

El H. Ayuntamiento de Morelia, la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno del Estado, y La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo establecieron en el año del 2006 el *Programa de Monitoreo de la Calidad Atmosférica* en la Ciudad de Morelia, Michoacán (UNIMAT). Con esto se pretende mantener informada a la población urbana Moreliana sobre la calidad del aire que respiran. La UNIMAT se encuentra ubicada en la azotea de Palacio Municipal, y mide monóxido de carbono, bióxido de azufre, ozono, bióxido de nitrógeno y partículas suspendidas menores a 10 micras. Además se ha unificado el ICAM (Índice de Calidad del Aire de Morelia), clasificado de la siguiente manera: 0-100 Buena; 101-200 No Satisfactoria; 201-300 Mala; y de 301-500 Muy Mala.

Cabe mencionar que dicha unidad pertenece al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire de la Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental del Instituto Nacional de Ecología.

Donde los datos más recientes, obtenidos en los primeros 11 días del mes de octubre, muestran que la calidad de aire en la región ha sido prácticamente buena, tal y como lo expresan las siguientes tablas:

Sábado 01 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO								
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	16	25	30	32	33	33	33	35
Dióxido de azufre SO_2	4	4	4	4	4	4	4	4
Partículas suspendidas PM_{10}	9	17	9	9	11	17	17	6
Temperatura	18	17	9	9	11	17	17	6
Velocidad viento en m/s	9	17	19	19	20	22	18	18
Dirección del viento								

Domingo 02 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO								
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	25	28	33	36	39	39	39	40
Dióxido de azufre SO_2	3	3	3	5	4	4	3	3
Partículas suspendidas PM_{10}	7	8	7	7	14	12	10	6
Temperatura	17	19	21	22	24	24	25	25
Velocidad viento en m/s	11	13	12	11	12	14	16	18
Dirección del viento								

Lunes 03 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO	13							
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	10	27	36	40	42	45	48	49
Dióxido de azufre SO_2	10	7	7	8	7	6	6	6
Partículas suspendidas PM_{10}	28	31	14	13	19	19	14	11
Temperatura	17	18	20	22	24	25	26	26
Velocidad viento en m/s	7	9	11	12	12	13	11	13
Dirección del viento								

Martes 04 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO	24							
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	6	26	35	43	48	46	47	47
Dióxido de azufre SO_2	28	8	8	11	7	5	5	4
Partículas suspendidas PM_{10}	38	45	18	21	25	27	13	13
Temperatura	17	19	21	22	24	25	26	27
Velocidad viento en m/s	5	8	8	10	11	15	17	15
Dirección del viento								

Miércoles 05 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO								
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	13	28	39	55	53	47	45	45
Dióxido de azufre SO_2	7	22	14	10	5	5	4	4
Partículas suspendidas PM_{10}	25	17	27	35	35	19	11	16
Temperatura	18	20	22	24	26	27	27	28
Velocidad viento en m/s	6	6	7	6	8	12	11	10
Dirección del viento								

Jueves 06 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO	19	10	9					
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	6	21	48	65	76	63	52	43
Dióxido de azufre SO_2	15	18	19	14	9	6	5	4
Partículas suspendidas PM_{10}	37	41	38	47	37	23	18	15
Temperatura	18	21	23	25	26	27	28	27
Velocidad viento en m/s	5	4	6	5	7	9	10	20
Dirección del viento								

Viernes 07 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO	8							
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	7	17	37	45	49	36	28	23
Dióxido de azufre SO_2	11	12	7	6	5	4	4	4
Partículas suspendidas PM_{10}	32	23	28	28	30	15	11	9
Temperatura	19	21	24	25	26	25	25	22
Velocidad viento en m/s	9	6	6	7	12	14	16	16
Dirección del viento								

Sábado 08 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO								
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	8	20	39	49	57	36	30	32
Dióxido de azufre SO_2	12	12	8	5	5	4	4	4
Partículas suspendidas PM_{10}	17	27	25	19	21	15	9	9
Temperatura								
Velocidad viento en m/s	7	4	5	5	8	20	13	12
Dirección del viento								

Domingo 09 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO								
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2	23	29	36	38	33	25	19	18
Dióxido de azufre SO_2	6	6	14	14	5	4	4	3
Partículas suspendidas PM_{10}	11	15	18	20	19	8	7	6
Temperatura								
Velocidad viento en m/s	3	5	5	7	15	17	18	10
Dirección del viento								

Lunes 10 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO								
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2		11	19	30	33	27	22	16
Dióxido de azufre SO_2		17	14	11	6	5	18	18
Partículas suspendidas PM_{10}	22	17	20	21	21	16	7	11
Temperatura		19	20	23	23	23	22	21
Velocidad viento en m/s		10	7	6	7	9	12	10
Dirección del viento								

Martes 11 de Octubre, 2011

Contaminante	09:00hrs	10:00hrs	11:00hrs	12:00hrs	13:00hrs	14.00hrs	15:00hrs	16:00hrs
Monóxido de Carbono CO	12							
Dióxido de nitrógeno NO_2								
Ozono O_2								
Dióxido de azufre SO_2	10	13	9	9	8	6	6	5
Partículas suspendidas PM_{10}	25	14	13	7	11	11	7	
Temperatura								
Velocidad viento en m/s	5	11	17	23	23	16	8	16
Dirección del viento								

La siguiente tabla muestra los datos históricos de las emisiones anuales en el Área Metropolitana de Morelia.

Tabla IV. 13. Emisión de toneladas de contaminantes por año en el área metropolitana de Morelia Michoacán. (toneladas/año)

Fuente de emisión	Hidrocarburos (HC)	Monóxido de carbono (CO)	Óxidos nitrosos (Nox)	Partículas (PM_{10})	Bióxido de azufre (SO_2)
Fuentes Móviles	40,658.96	462,863.30	15,668.83	232.13	403.67
Fuentes Biogenéticas	30,759.17	NA	4,379.76	NA	NA
Fuentes de Área	11,774.31	3,859.35	223.34	498.76	13.58
Fuentes Fijas	250.92	63.95	732.66	312.02	7,067.11
Total	83,443.35	466,786.59	21.004.59	1,042.91	7,484.36
579,762 ton/año					
*SUMA 2011					

El libramiento Sur de Morelia, que constituirá una alternativa vial para cruzar la zona urbana de Morelia, contribuirá en reducir los congestionamientos y con ello, las emisiones de CO_2 provenientes de estos vehículos.

IV.2.1.3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Por ser una zona derivada de procesos de origen volcánico, la topografía que se observa es muy accidentada, donde la porción sureste pertenece a la ladera de los cerros "Pico Azul", "El Venado" y "La Máscara" con elevación aproximada de 2,500 msnm. Hacia el norte, la altitud disminuye hasta 1920 msnm en el fraccionamiento "El Campestre"; de esta manera, la pendiente que se presenta en general llega a 15%, pero en algunas partes, como en los escarpes generados por la falla de la Loma de Santa María, la pendiente llega hasta el 130%.

IV.2.1.3.1 GEOLOGÍA

La Cuenca Hidrográfica del Río Chiquito se encuentra ubicada en la zona Centro-Norte del Estado de Michoacán, al Sureste de la Ciudad de Morelia en el Municipio del mismo nombre. Esta área se localiza dentro y formando parte de la Provincia Fisiográfica denominada Cinturón Volcánico Mexicano. De acuerdo con Israde-Alcántara y Garduño-Monroy (2004), esta provincia geológica configura un cinturón donde se ha alojado el vulcanismo más reciente de México generado hace 12 millones de años por la subducción de la Placa de Cocos (Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente, 2010).

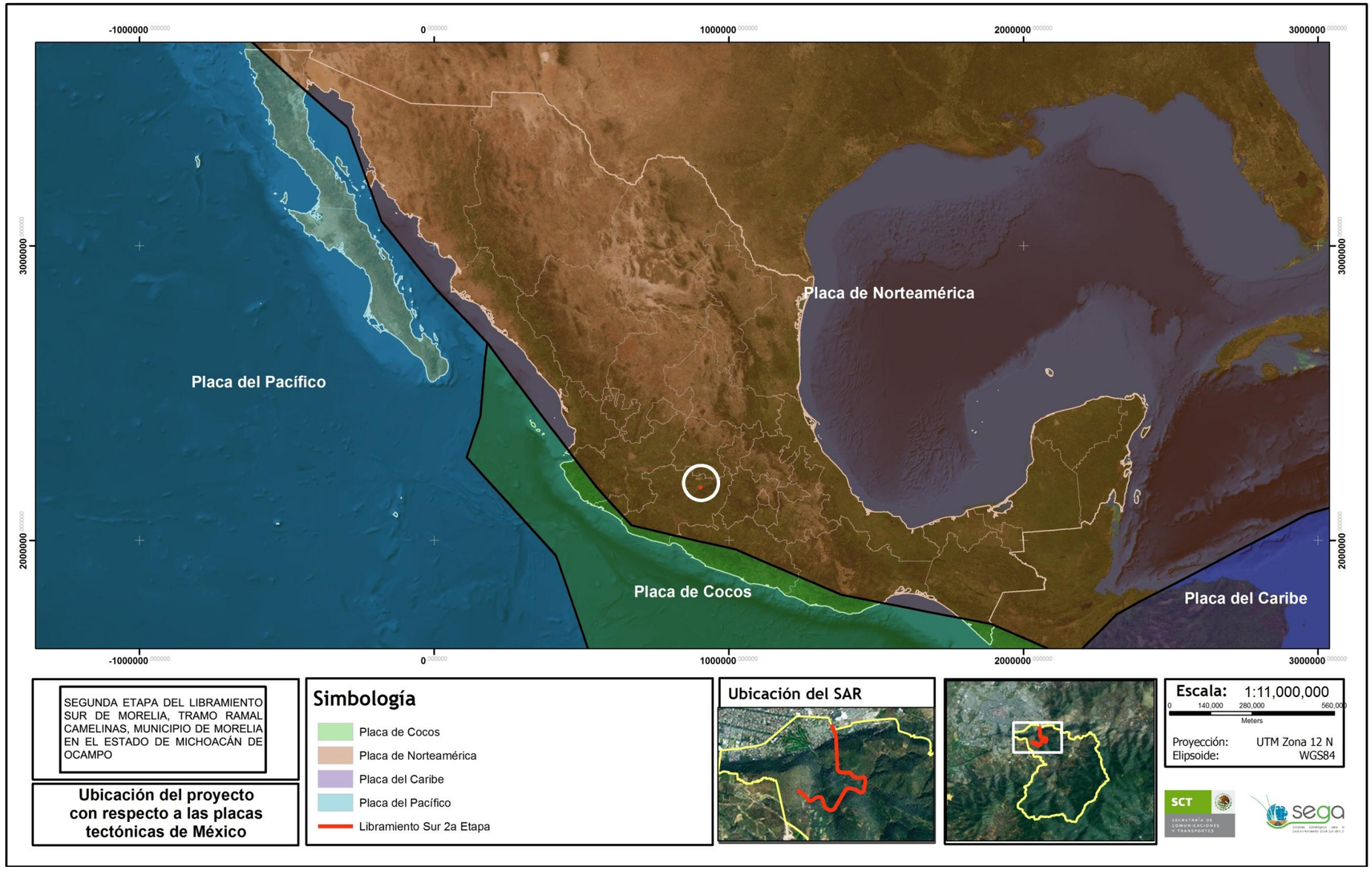


Figura IV. 37. Placas tectónicas de México.

De acuerdo con Maioli *et al.* (2004), la región sur de Morelia en la que se inserta el SAR, se localiza dentro del marco geológico de la región central del Cinturón Volcánico Mexicano, la cual está constituida por numerosos aparatos volcánicos jóvenes (menores de un millón de años) que se caracterizan por mostrar aún una estructura completa del cono cinerítico. Los conos cineríticos pueden ser de tipo monogenético o bien en escudo.

De acuerdo con Israde-Alcántara y Garduño-Monroy (2004), la litología correspondientes a la ubicación del SAR puede ser descritas en tres grandes unidades: un basamento de productos andesiticos, ignimbríticos y basálticos sucesivos que fueron emitidos entre 32 y 8 millones de años, conformando las denominada de la Sierra de Mil Cumbres, sobre los cuales descansa un paquete de andesitas y flujos piroclásticos de composición riolítica denominados “cantera de Morelia”, y sobre estos los depósitos cuaternarios lacustres y fluviolacustres.

1).- La secuencia volcánica con rocas predominantemente andesíticas, perteneciente a la serie superior de la Sierra de Mil Cumbres. Es una secuencia constituida por una alternancia de lavas andesíticas de color verde, brechas volcánicas y flujos de lava e andesíticas basálticas de color gris oscuro. Todas estas sub-unidades presentan un intenso fracturamiento y/o evidencias de actividad hidrotermal relacionada al depósito de cuarzo, calcita y en ocasiones de calcedonia u otras variedades de sílice. Se considera que esta secuencia andesítica pudo estar relacionada a una actividad de tipo estromboliana y en base a algunos fechamientos realizados hasta ahora se asignan edades entre 14 y 17 millones de años (Mioceno superior; Pasquarè *et al*. 1991 en Maioli *et al.* 2004). Su espesor en la zona de la Cuenca del Río Chiquito no se conoce con precisión, sin embargo en la zona de Tzitzio se han logrado observar hasta 500 m de secuencia.

La distribución de las secuencias andesíticas a lo largo de la Sierra y en particular en la zona del SAR, donde se ha observado que infrayacen una brecha co-ignimbritica o flujos piroclásticos (Cantera de Morelia), indican que podrían constituir el basamento relativo de algunos sistemas caldéricos como el Sistema de Atécuaro y La Escalera (Garduño *et al.* en prensa, en Maioli *et al.* 2004).

2).- La secuencia de ignimbritas de la Piedra de Cantera de Morelia está caracterizada por una serie de depósitos piroclásticos más o menos soldados que se encuentran distribuidos en la porción septentrional de la Cuenca del Río Chiquito. En esta área se presentan con un espesor notable y se apoya directamente sobre la serie de andesitas de Mil Cumbres. En general su color y su resistencia son variables, en particular la que se encuentra en el área es más suave con una cierta porosidad y por lo tanto es un material fácilmente erosionable.

La edad de las ignimbritas de Morelia es considerada alrededor de 14 millones de años (Mioceno superior; Pasquarè *et al.* 1991 en Maioli *et al.* 2004).

a) Una co-ignimbrita de color gris claro, bien soldada con bloques angulosos de andesita verde, embebidos en una matriz de posible material juvenil con estructura de una arena volcánica. Los bloques de andesitas tienen mayor diámetro hacia la zona suroeste de la Cuenca del Río Chiquito. En la matriz se distinguen piedras pómez de aspecto vítreo.

b) Sobre los depósitos de co-ignimbritas se encuentran una serie de flujos piroclásticos de diferentes colores, de composición riolítica. En la cañada del Río Chiquito se observa una serie de flujos piroclásticos de color blanco, con pómez grandes que toman diferentes coloraciones rosadas cuando están alteradas. El

espesor de este flujo es de aproximadamente 50 m.

c) Sobre el anterior flujo piroclástico descansa un nivel de flujos mejor soldados de color rosa, donde los fiammes por alteración toman coloraciones oscuras. Este nivel aflora en forma más extensa hacia el sector occidental de la Cuenca del Río Chiquito.

En la base del cerro El Gigante y sobre los depósitos de ignimbritas y de las lavas andesíticas se observan una serie de depósitos de tipo clástico conocidos en la región como “tepetates”. Se trata en algunos casos de paleosuelos endurecidos, formados probablemente por el efecto de un paleoclima más seco del actual; sin embargo, en otros casos se observan diferentes niveles de flujos piroclásticos, los cuales al ser erosionados, transportados y redepositados forman secuencias de flujos de lodo, flujos de detritos, etc.

3).- Los depósitos superficiales cuaternarios están representados sobre todo por depósitos aluviales recientes, depósitos detrítico-coluviales de laderas intercalados con depósitos del mismo tipo pero más antiguos. Estos depósitos pueden ser de tres tipos: a) sedimentos derivados del desmantelamiento de las rocas volcánicos principalmente andesíticas e ignimbríticas; b) bloques de rocas volcánicas de varios litotipos y relacionados al deslizamiento de masas; y, c) sedimentos formados principalmente de material arenoso y limoso muy alterado con cantos angulosos, genéticamente relacionados a intensos escurrimientos superficiales con un fuerte elemento de gravedad que mantienen una gran fuerza erosiva y que producen una morfología de tipo cárcavas o canales de erosión.

Para el caso específico del SAR tal y como lo muestra la figura IV. 38, las rocas presentes son de tipo Ígnea extrusiva las cuales se formaran a partir de un enfriamiento muy rápido como el que tiene lugar en una erupción volcánica, donde

el magma es lanzado hacia la superficie. Ahí, el contraste térmico es muy alto y la disipación del calor es muy rápida, dando una roca muy compacta y con cristales muy pequeños rodeados de material vítreo, o solo vidrio. Estas rocas ígneas extrusivas, son fácilmente reconocidas por la presencia del vidrio volcánico, por su textura muy fina o por presentar agujeros (vesículas), producto del escape de gases durante el enfriamiento.

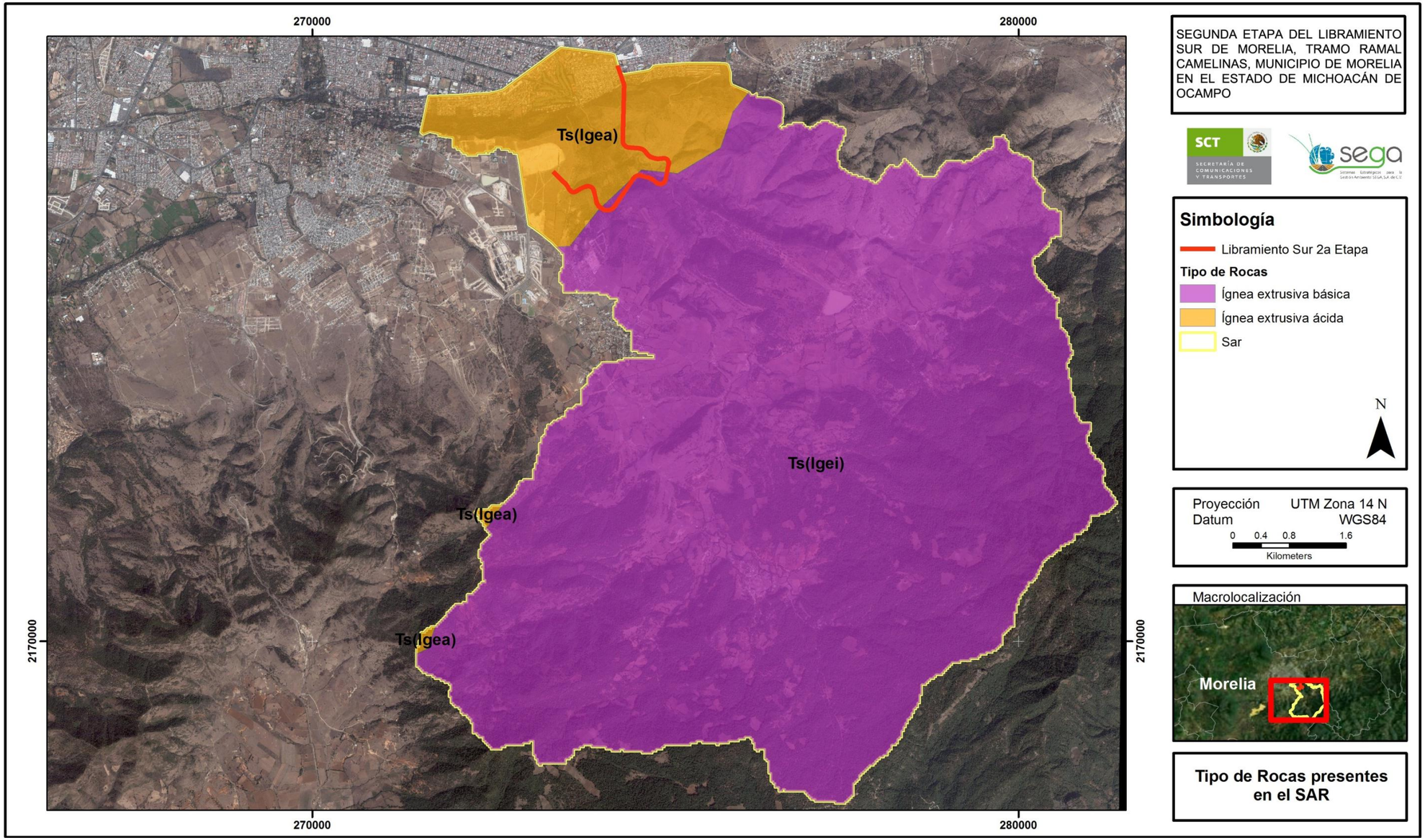


Figura IV. 38. Geología del SAR.

Como se observa en la imagen anterior dentro del SAR, se presentan las rocas de tipo Ígnea extrusiva básica y acida, las cuales, que representa el 90.06 y 9.44% respectivamente, lo cual se puede corroborar en la siguiente tabla:

TIPO	ERA	CLAVE	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ígnea extrusiva básica	Cenozoica	Ts(Igei)	6,122.61	90.06
Ignea extrusiva acida	Cenozoica	Ts(Igea)	676.11	9.94
Total			6,798.72	100

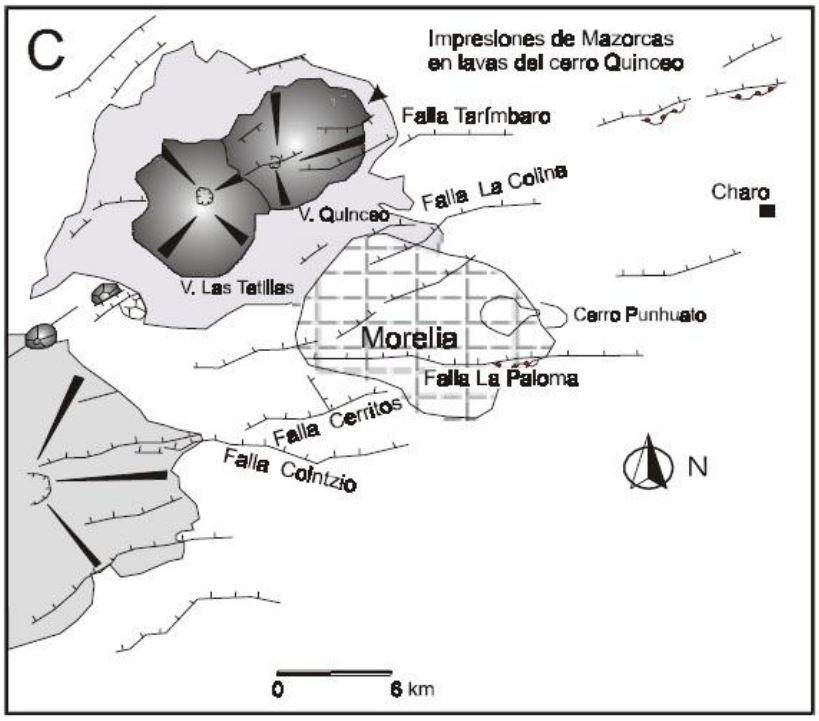
IV.2.1.3.2. SISTEMA DE FALLAS Y FRACTURAS

De acuerdo a Garduño-Monroy *et al.* (2001) la parte norte del Estado de Michoacán se caracteriza por una alta actividad sísmica y volcánica. En esta región, que pertenece al Cinturón Volcánico Mexicano, han ocurrido algunos de los sismos históricos más violentos en el Centro de México (Garduño-Monroy *et al*. 1998) y existen más de 1,000 volcanes monogenéticos en lo que se ha llamado el campo volcánico Michoacán-Guanajuato (Hasenaka y Carmichael 1985). Algunos de estos centros representan el vulcanismo más reciente en el CVM, que se manifestó históricamente en 1759 con la formación del volcán Jorullo y en 1943 con el nacimiento del volcán Paricutín (Luhr y Simkin 1993, Silva-Mora 1995).

Desde 1983, en la capital del Estado de Michoacán, Morelia, y en otras Ciudades del norte y centro de México, se empezaron a apreciar problemas de hundimientos diferenciales a lo largo de trazas lineales, ocasionando daños importantes en obras civiles (Martínez-Reyes y Nieto Samaniego 1990; Trujillo-Candelaria 1985; Garduño- Monroy *et al*. 1999 y Lermo-Samaniego *et al.* 1996). Dichos

hundimientos definen trazas rectas en la superficie con direcciones paralelas a sistemas de fallas regionales. En la Ciudad de Morelia las zonas dañadas son preferencialmente de dirección NE-SO, pero también se observan fallas con dirección E-O que están generando problemas de inestabilidad de taludes (Arreygue-Rocha *et al*. 1998, Arreygue-Rocha 1999). Suter *et al.* (1995) consideran que estas estructuras forman parte de la zona de falla Chapala-Tula con movimientos históricos, como los ocurridos en las depresiones de Chapala, Cuitzeo y Acambay en 1568 y 1912.

Una falla geológica es una línea de fractura a lo largo de la cual una sección de la corteza terrestre se ha desplazado con respecto a otra (Garduño Monroy y Arreygue 1999). De acuerdo con su geometría y su génesis las fallas de la Ciudad de Morelia pueden ser agrupadas en dos: las fallas geológicas que se han reactivado por la actividad humana y las fallas que pueden ser clasificadas como sísmicamente activas, las cuales también podrían estar asociadas a hundimientos o bien por su morfología a inestabilidad de taludes (Garduño- Monroy y Arreygue 1999). Entre las primeras se cuenta la falla de la Central Camionera, la de la colonia Chapultepec y la de Torremolinos; la segunda clase está representada por la falla de La Colina y la de La Paloma.



*Fuente: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 18, núm. 1, 2001, p. 38.*

En virtud de su origen geológico se tiene en el territorio de la Ciudad de Morelia como condicionantes físicas para su desarrollo la presencia de fallas y fracturas geológicas incluso dentro del área urbana actual (ver Imagen anterior), destacando por su importancia las fallas en la ladera norte de la loma de Santa María que corre de oriente a poniente desde la salida a Mil cumbres hasta la salida a Pátzcuaro; otra falla importante se localiza desde la colonia industrial bordeando al Centro Histórico hasta la zona deportiva de la colonia INDECO, otra falla localizada es la que atraviesa las colonias Chapultepec Sur, Chapultepec Oriente y Nueva Chapultepec. Existen dentro del área urbana localizadas otras cuatro fallas que afectan colonias como lo son Tenencia Morelos, Mariano Escobedo, INFONAVIT los Manantiales, Socialista, La Colina entre otras (PDUCPM 2010).

La falla ladera norte de la Loma de Santa María también es conocida como la falla La Paloma la cual tiene relación directa con el proyecto, formada por la Ignimbrita de Morelia. Entre esta mesa y la depresión de Morelia existe un desnivel de más de 200 m, provocado por una falla de dirección E-O. El escarpe de la falla La Paloma tiene una expresión sobresaliente hacia el oriente mientras que su altura va disminuyendo hacia el poniente. La falla forma parte del denominado “Sistema activo de fallas Morelia-Acambay”. Este sistema es responsable de varios sismos que han afectado principalmente a los estados de Michoacán y de México. En la zona de Acambay, las fallas del mismo nombren fueron responsables del sismo de 1912, con una magnitud de 6.9. En el segmento de Venta de Bravo (Astiz-Delgado 1980; Suter *et al.* 1992,. 1996) se han presentado recientemente una serie de eventos sísmicos que han afectado la región de El Oro y Tlalpujahua.

En 1845 y 1858 la Ciudad de Morelia fue afectada por dos sismos cuya magnitud fue más allá de los 7 grados de magnitud (Singh *et al.* 1996; Jara *et al.* 1994). Al sur de Morelia, en el escarpe de Santa. María, las fallas E-W dan lugar a varios desniveles, que son evidentes por formar escalones de ignimbritas (Cantera de Morelia), los cuales están asociados con pequeños deslizamientos del terreno. En el sector suroriental de la Ciudad se pueden observar anillos de deslizamientos en masa, que pueden estar relacionados con sismos y que han provocado la inestabilidad en esos taludes. El Periférico sur de Morelia está afectado por esta problemática.

En observaciones recientes se encontraron a lo largo del escarpe de Santa María fracturas de más de 3 m de ancho por 3 m de profundidad, que se pueden seguir por varias decenas de metros. Dichas fracturas son paralelas a la falla E-W (Arreygue *et al.* 1998 y Arreygue- Rocha 1999).

La mayor parte de los segmentos que han presentado actividad sísmica en la Ciudad en los últimos dos siglos han sido aquellos localizados hacia el oriente de Morelia (Suter *et al.* 1992, 1996), no obstante estudios en proceso han demostrado que el segmento de Morelia tuvo un evento sísmico en tiempos históricos. En dos localidades se realizaron trincheras para observar si existen desplazamientos de suelos. En la localidad La Paloma y en la colonia Prados del Campestre, debajo de un depósito de talud se encontró un suelo que se desplazado 50 cm por una falla normal.

Inestabilidad asociada a la falla La Paloma

A lo largo del escarpe de la falla existen diversos tipos de movimientos, dependiendo de las características litológicas de los materiales; asimismo las dimensiones de los fenómenos son muy variables. Fenómenos de resbalamiento rototraslacional (Cruden y Varnes 1994) se han encontrado en diferentes puntos del escarpe de la falla de La Paloma, tanto en el material andesítico como en el material de la secuencia piroclástica (Cantera de Morelia). Fenómenos de derrumbe y volteo afectan tanto a las andesitas como al material piroclástico que se encuentran en la parte alta del acantilado. Un peligro secundario se deriva de la presencia de bloques con volumen >10 m^3, que se encuentran ubicados a la mitad del talud y que son sensibles a una removilización; estos bloques se encuentran sin ningún obstáculo morfológico y podrían alcanzar la zona habitada, en casos de ser movidos por un fenómeno meteorológico o sísmico.

En conclusión, En la porción norte de la zona donde se emplazará el libramiento sur, en la Ciudad de Morelia, se encuentra la falla regional normal Acambay–Morelia cuyo rumbo es sensiblemente E-W y buza hacia el norte; esta falla se ha denominado también como Falla La Paloma. Se ha inferido también en la zona, la presencia de una falla con rumbo NW-SE alineada con la cañada del Río Chiquito.

La falla regional forma parte del sistema de fallas de Cuitzeo en la región lo constituyen las fallas de Morelia, conocidas localmente como falla Santa María, Morelos y Cointzio. Estas son fallas normales escalonadas con rumbo NE-SW que junto con las de Queréndaro comparten las mismas características estructurales.

La existencia de estas fallas geológicas no pone en riesgo al libramiento y sólo debe considerarse el cruce con la falla local menor del Rio Chiquito para revisar la posible franja de afectación y definir localmente el desplante de la calzada. De igual forma, el trazo de los túneles no se verá afectado directamente por estas fallas, quedando la Falla regional La Paloma cerca del portal de salida del Túnel II y la falla del Rio Chiquito entre el portal de salida del Túnel I y el de entrada del Túnel II sin afectar a los portales, atravesando únicamente al libramiento en la calzada que se construirá en superficie.

Aunque se aprecian geomorfológicamente alineamientos locales en dirección NEE-SWW que incluso atraviesan al Túnel II diagonalmente, siendo el principal en donde se encuentra la cañada arriba del km 2+560, estos no presentaron en campo evidencias de que fuesen fallas, en parte por la escases de afloramientos donde esto pudiese corroborarse; sin embargo es posible que estén asociados a fallas secundarias o a los sistemas de fracturas de las familias 6 y 7. En todo caso en los proyectos de los túneles, se han tomado las previsiones geotécnicas de diseño de excavación y soporte primario en estos sitios, para que durante la construcción no se tengan mayores problemas de estabilidad de la excavación. En los últimos 50 m del Túnel II se proyectó un sistema de enfilaje a base de micropilotes, lo anterior para asegurar la estabilidad del portal y los últimos metros del túnel. Sin embargo, antes de iniciar la excavación de los túneles se revisarán las condiciones en las que se encuentra el macizo rocoso por la proximidad de la

zona de influencia de la falla regional, realizando exploración directa complementaria para verificar su calidad geomecánica, la cual según la exploración geofísica realizada es aparentemente buena en términos generales.

Debe aclararse que la presencia de fallas no imposibilita la construcción de los túneles ni pone en riesgo su operación y estabilidad durante su vida útil; sin embargo deben tomarse en cuenta durante la construcción por ser zonas de debilidad del macizo rocoso, donde éste reduce su calidad mecánica, por lo que en los proyectos de los túneles se han diseñado para estas zonas los métodos constructivos, de soporte y tratamientos adecuados para garantizar su estabilidad.

En el país existe un gran número de túneles que han atravesado fallas, en los que se ha adoptado diversos procedimientos constructivos y de soporte para su estabilización definitiva, después de los cuales no han ocurrido incidentes de importancia ni durante su construcción, ni en su operación.

Es importante señalar que en materia de impacto ambiental este hecho no constituye ninguna afectación a factores del ambiente, ni a procesos ecológicos de los cuales dependa la integridad funcional de los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental Regional delimitado para analizar el proyecto, ya que la obra carretera en ningún momento incrementará el riesgo de sismicidad alguna, ni mucho menos el acelerar la actividad de estas condiciones geológicas.

Las condiciones geológicas presentes, deben ser identificadas con el objeto de buscar técnicas constructivas que aseguren la estabilidad estructural de la obra desde el punto de vista de seguridad, sin que esto conlleve una afectación directa en términos estrictamente ambientales.

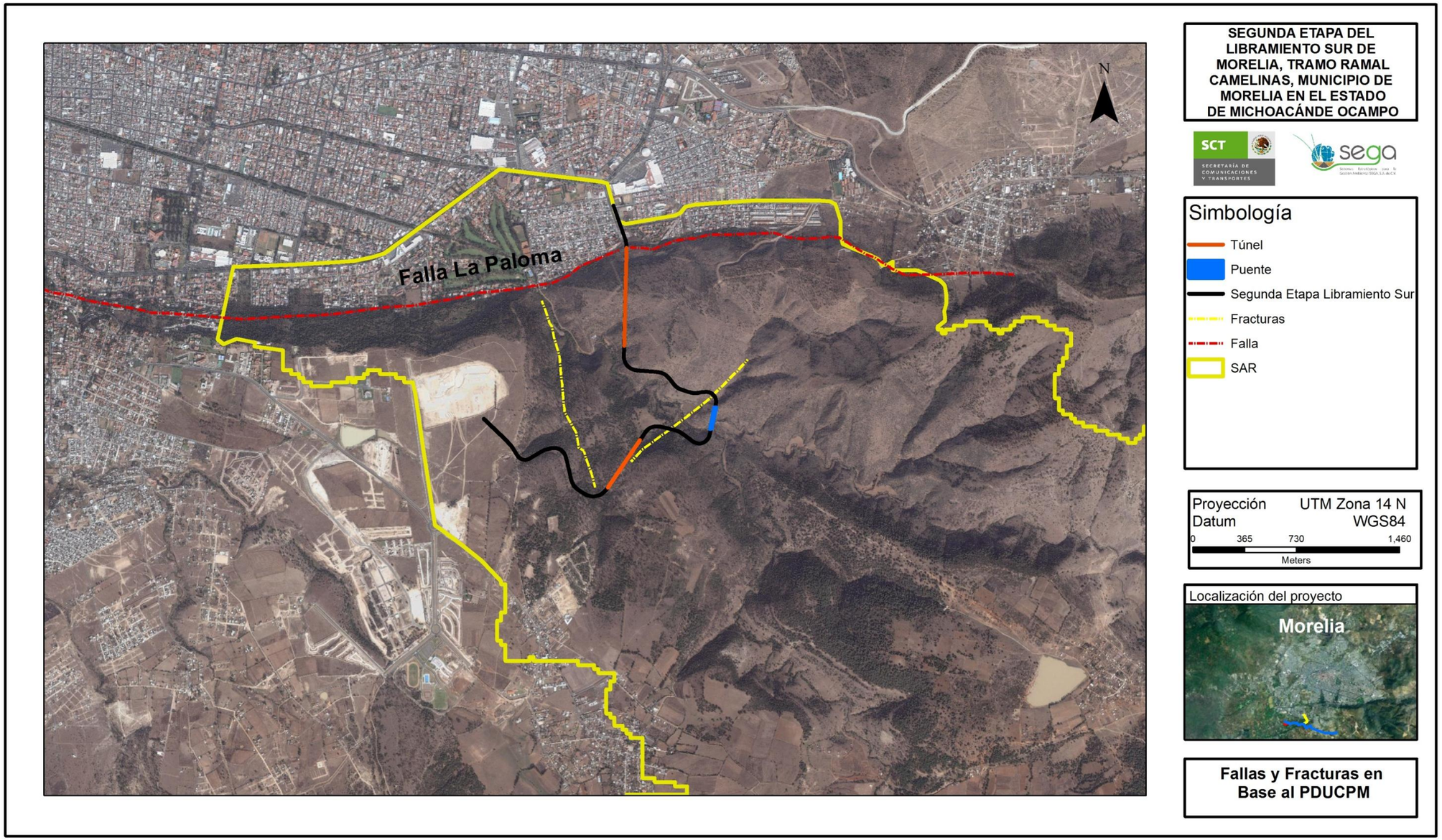


Figura IV. 39. Fallas y fracturamientos en el SAR y aledañas.

Eventos sísmicos de la región

A pesar de que en la Ciudad de Morelia existente una gran cantidad de fallas y fracturamientos, de acuerdo a la USGS National Earthquake Information Center, en un radio de 60 km respecto al punto central del SAR, sólo se han presentado 7 eventos sísmicos desde 1900 a la fecha, siendo el más cercano el ocurrido el 17 de octubre del 2007, a una distancia de 5 km aproximadamente en cual se ubicó en la zona noroeste de la Ciudad de Morelia con una magnitud de 3.6°.

A continuación se muestra la serie de datos obtenidos respecto a estos eventos:

U. S. GEOLOGICAL SURVEY

EARTHQUAKE DATA BASE

```
FILE CREATED:  Wed Oct 19 18:03:52 2011
Circle Search   Earthquakes=         7
Circle Center Point Latitude:   19.678N  Longitude:   101.149W
Radius:      60.000 km
Catalog Used: PDE
Date Range:   1900/01/01   to    2011/10/18
Magnitude Range:   1.0  -  10.0
Data Selection: Historical & Preliminary Data
```

CAT	YEAR	MO	DA	ORIG TIME	LAT	LONG	DEP	MAGNITUDE	IEM NFO TF	DTSVNWG	DIST km
PDE	1976	05	31	145005.20	19.37	-100.93	159	5.1 mbGS	...	.....	41
PDE	1999	10	07	201649.80	19.78	-100.87	28	3.8 MDUNM	...	.....	30
PDE	2002	09	04	200615.50	19.77	-101.56	4	4.1 MDUNM	...	.....	44
PDE	2003	12	05	164531.80	19.70	-101.30	0	4.2 MDUNM	...	.....	16
PDE	2005	09	21	212943.10	19.88	-101.05	5	3.9 MDUNM	...	.....	24
PDE	2006	04	30	183902.50	19.99	-100.84	15	4.2 MDUNM	...	.....	47
PDE	2007	10	17	174411.80	19.73	-101.15	1	3.6 MDUNM	...	.....	5

Aumentando el radio a 100 km desde el centro del SAR, el número de eventos sísmicos aumento a 40, cuyas características se presentan a continuación:

CAT	YEAR	MO	DA	ORIG TIME	LAT	LONG	DEP	MAGNITUDE	IEM NFO TF	DTSVNWG	DIST km
PDE	1973	07	03	035953.70	19.10	-101.83	125	5.6 mbGS	.F.	.....	95
PDE	1974	07	18	050126.60	18.91	-100.86	116	4.0 mbGS	...	.....	90
PDE	1974	12	08	024922.60	18.83	-101.63	92	3.8 mbGS	...	.....	106
PDE	1976	05	31	145005.20	19.37	-100.93	159	5.1 mbGS	...	.....	41
PDE	1976	09	05	201137.90	18.74	-101.12	86	5.3 mbGS	...	.....	103
PDE	1979	02	22	091637	19.98	-100.27	51	5.5 UKBRK	.F.	.....	98
PDE	1979	02	28	171017.90	19.92	-100.23	33	5.0 mbGS	.F.	.....	100
PDE	1979	03	01	031936.60	19.89	-100.24	33	4.6 mbGS	...	.....	98
PDE	1979	03	14	213432.10	19.17	-100.58	38	4.4 mbGS	...	.....	82
PDE	1981	06	13	043947.63	18.84	-100.60	95	4.3 mbGS	...	.....	109
PDE	1986	01	02	143559.96	18.79	-101.20	105	4.9 mbGS	.F.	.....	98
PDE	1987	07	26	002240.06	18.91	-101.35	73	5.0 mbGS	..M	.....	87
PDE	1988	09	14	060741.29	18.71	-101.33	33	3.6 mbGS	...	.....	108
PDE	1992	05	02	020356.38	20.03	-100.61	33	3.2 mbGS	...	.....	68
PDE	1995	11	28	214554.43	18.74	-101.23	88	4.5 mbGS	...	.....	103
PDE	1997	05	05	192330.21	18.86	-101.34	86	4.1 mbGS	...	.....	92
PDE	1997	10	12	024315.26	18.83	-101.49	100	4.6 mbGS	...	.....	100
PDE	1998	03	15	020150.60	19.52	-100.34	15	4.2 MDUNM	...	.....	86
PDE	1999	10	07	201649.80	19.78	-100.87	28	3.8 MDUNM	...	.....	30
PDE	2000	08	14	142512.53	18.82	-101.18	33	4.3 MDUNM	...	.....	95
PDE	2000	11	15	155411.70	19.79	-101.99	58	3.8 MDUNM	...	.....	89
PDE	2000	11	19	061234.20	19.47	-102.07	65	4.0 MDUNM	...	.....	99
PDE	2001	01	09	081304.50	19.46	-100.23	5	3.7 MDUNM	...	.....	99
PDE	2001	12	18	055939	18.97	-101.81	26	3.8 MDUNM	...	.....	104
PDE	2001	12	18	060114.20	19.01	-101.83	16	3.9 MDUNM	...	.....	102
PDE	2001	12	18	060315.20	19.02	-101.76	52	4.1 MDUNM	...	.....	96
PDE	2002	01	02	012844.88	18.77	-101.49	82	4.6 MDUNM	...	.....	107
PDE	2002	02	27	232016.90	18.75	-101.43	71	4.0 MDUNM	...	.....	106
PDE	2002	09	04	200615.50	19.77	-101.56	4	4.1 MDUNM	...	.....	44
PDE	2003	12	05	164531.80	19.70	-101.30	0	4.2 MDUNM	...	.....	16
PDE	2005	02	20	124341	19.58	-102.11	40	4.1 MDUNM	...	.....	100
PDE	2005	09	01	024555.60	19.97	-100.40	61	3.7 MDUNM	...	.....	85
PDE	2005	09	21	212943.10	19.88	-101.05	5	3.9 MDUNM	...	.....	24
PDE	2006	04	30	183902.50	19.99	-100.84	15	4.2 MDUNM	...	.....	47
PDE	2007	07	21	043859.60	19.47	-100.37	6	3.9 MDUNM	...	.....	84
PDE	2007	10	17	174411.80	19.73	-101.15	1	3.6 MDUNM	...	.....	5
PDE	2008	02	06	202638.60	19.70	-100.16	16	3.7 MDUNM	...	.....	103
PDE	2008	03	02	050252.20	19.44	-100.41	19	3.9 MDUNM	...	.....	82
PDE	2008	05	28	103342.90	19.50	-100.33	5	3.7 MDUNM	...	.....	88
PDE-Q	2011	10	10	160622.48	18.72	-100.93	104	4.2 mbGS	...	.....	108

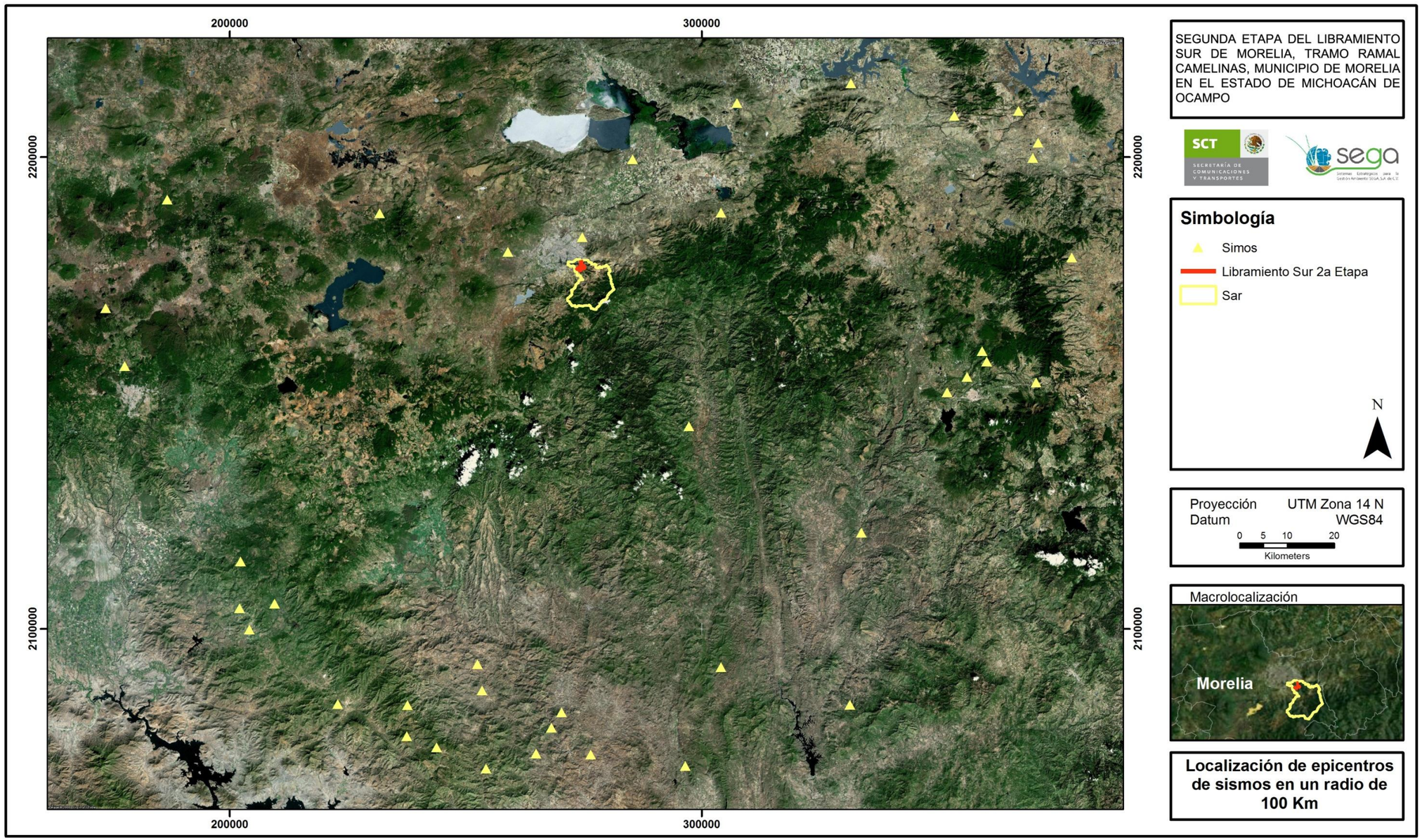


Figura IV. 40. Sismos ocurridos más cercanos al SAR.

IV.2.1.3.4. Posible Actividad volcánica

La historia volcánica del centro-norte de Michoacán es larga y compleja, y en gran medida apenas conocida. Destaca por supuesto la erupción del Paricutín ocurrida entre 1943 y 1952, siendo este el evento catastrófico más reciente que ha afectado al medioambiente de la zona, que fue estudiada en detalle desde sus fases iniciales hasta el periodo post-eruptivo, pero en la zona hay decenas de volcanes similares aún no estudiados. De hecho la porción centro y norte de Michoacán se encuentra dentro del llamado Campo volcánico Michoacán-Guanajuato, de edad pliocuaternaria, que cuenta más de 1,000 aparatos volcánicos entre los que predominan los conos monogenéticos de escoria y ceniza (Garduño Monroy 1999).

IV.2.1.5. EDAFOLOGÍA

IV.2.1.5.1. Marco teórico

El suelo, un sistema trifásico.

El suelo es un cuerpo natural tridimensional, organizado e independiente, formado a partir de la intemperización de rocas y sedimentos; por la interacción del clima, la biota, el relieve y el tiempo (Jenny 1941). Es heterogéneo y anisotrópico en su composición, contiene materia viva y es capaz de soportar plantas.

El suelo es un sistema abierto a la atmosfera y a la corteza terrestre. Forma parte fundamental de cualquier ecosistema, cumpliendo una serie de funciones ambientales como la filtración del agua de lluvia y posterior recarga de acuíferos, es el principal almacén de carbono (sólo superado por los mares y océanos). Siendo además un sistema disperso, donde están presentes las tres fases (solida, liquida y gaseosa). La fase sólida está compuesta por minerales y materia orgánica; dentro de los minerales se distinguen tres partículas importantes arenas, limos y arcillas. La materia orgánica se distingue entre viva y no viva (biomasa). La fase liquida se compone principalmente por el agua que entra y se conserva en el suelo; Por último la fase gaseosa se compone principalmente de vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), oxígeno y algunos elementos que tienen una fase gaseosa como el nitrógeno.

La interacción de estas tres fases le confiere al suelo una serie de propiedades y características propias. De esta manera se distinguen propiedades físicas y químicas del suelo. Estas propiedades no se mantienen constantes, generalmente varían de acuerdo a la profundidad del suelo.

Propiedades físicas del suelo

- **Textura**

Como ya se mencionó anteriormente el suelo es un sistema trifásico (conjuga la fase sólida, liquida y gaseosa), la parte sólida del suelo está compuesta de material mineral y materia orgánica. Dentro de la parte mineral todas las partículas que tienen un diámetro mayor de 2 mm se consideran gravas y por ello no entran en el análisis granulométrico del suelo. De tal manera que se conoce como textura del suelo a la proporción relativa de Arena, Limo y Arcilla. En el Cuadro 1 se muestra la clasificación granulométrica de las distintas partículas del suelo.

De acuerdo a la proporción de cada partícula presente en el suelo, se establecen 12 clases texturales las cuales se indican en el Cuadro de Texturas (Figura IV.41) desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en ingles). De acuerdo a la dominancia de cada partícula el suelo adquiere características específicas en cuanto a fertilidad, retención de humedad, capacidad de infiltración del agua, velocidad de circulación del agua y del aire.

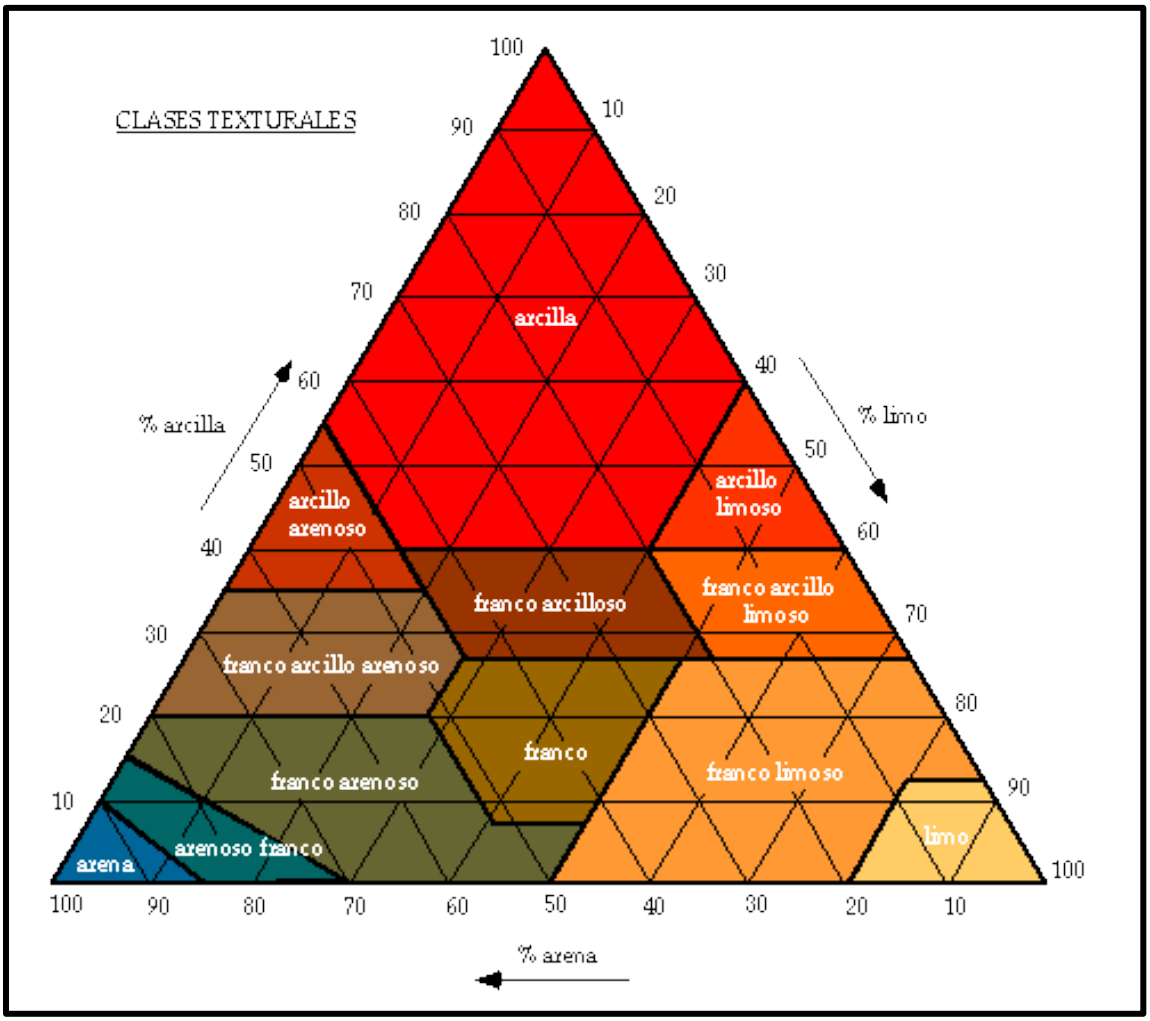


Figura IV. 41. Triangulo de las Texturas (USDA, 1969).

De manera general se pueden agrupar las 12 clases texturales en tres grandes grupos; texturas gruesas o ligeras que agrupa las texturas Arenosa, Arena migajosa, y Franco arenosa, es decir; se trata de texturas donde la presencia de arenas es muy alta. Las texturas finas o pesadas agrupa las texturas Arcillosa, Franco arcillosa, Franco arcillo arenosa, Franco limosa, Limosa. El resto corresponde a las llamadas texturas medias, donde hay una proporción equilibrada de arena, limo y arcilla.

Tabla IV. 14. Clasificación en base al tamaño las partículas del suelo.

Fracción granulométrica	USDA Diámetro (mm)	SICS Diámetro (mm)
• Arena muy gruesa	2.0 - 1.0	
• Arena gruesa	1.0 - 0.5	2.0 - 0.2
• Arena media	0.5 - 0.25	
• Arena fina	0.25-0.10	0.20-0.02
• Arena muy fina	0.10-0.05	
• Limo	0.05-0.002	0.02-0.002
• Arcilla	<0.002	<0.002

Cada grupo de texturas (finas, gruesas o medias) tienen un comportamiento específico en la velocidad de infiltración del agua y otras propiedades importantes del suelo. En suelos de texturas finas la infiltración es muy lenta, mientras que en suelos de textura gruesa, la infiltración es muy rápida.

- **Estructura**

La estructura es una propiedad edáfica que permite diferenciar el suelo del material geológico. Debido a que la masa del suelo no es continua, ello permite el desarrollo de espacios o huecos los cuales permiten la comunicación a lo largo y ancho del suelo. Estos huecos, mejor llamados poros permiten la transferencia de fluidos (aire y agua), los microorganismo pueden desarrollar su actividad y facilitan el desarrollo de las raíces.

De tal manera se puede definir a la estructura del suelo como el ordenamiento o acomodo de las partículas del suelo (arena, limo y arcilla) en partículas secundarias o agregados y el espacio poroso que llevan asociados, todo ello como resultado de interacciones físico-químicas entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica.

Al igual que la textura, la estructura del suelo controla o influye en una serie de propiedades y comportamientos del suelo como son:

a) La infiltración del agua y del aire al interior del perfil.
b) La circulación del agua y del aire dentro del suelo.
c) La resistencia o susceptibilidad a la erosión.
d) El crecimiento de las raíces de las plantas que sobre él se desarrollan.

Se reconocen 6 tipos principales tipos de estructuras del suelo, cuando un suelo no desarrolla agregados se le denomina masivo o disperso. En la figura IV.42 se ilustran los distintos tipos de peds del suelo, y su influencia en la infiltración y circulación del agua y del aire.

De igual manera es importante la estabilidad que tengan estos agregados o peds del suelo, esta estabilidad depende de la presencia de sustancias que funcionen como agregantes o que sirvan como pegamento entre las partículas elementales del suelo; dichas sustancias pueden ser Materia Orgánica coloidal, Arcillas, Carbonatos (en suelos alcalinos), óxidos de hierro, aluminio y manganeso (en suelos ácidos). La pérdida de estos materiales lleva al deterioro de la estructura del suelo. Como se observa en la figura IV.42, la estructura de tipo granular facilita la infiltración y circulación del agua y del aire, por el contrario la ausencia de estructura (suelo masivo) o la estructura del tipo laminar esta circulación es muy lenta.

Debido a la implementación de prácticas inadecuadas en el manejo del suelo la estructura del suelo puede pasar de una muy favorable como la granular a una poco favorable como la laminar, por ello es importante conservar los materiales que funcionan como agregantes.

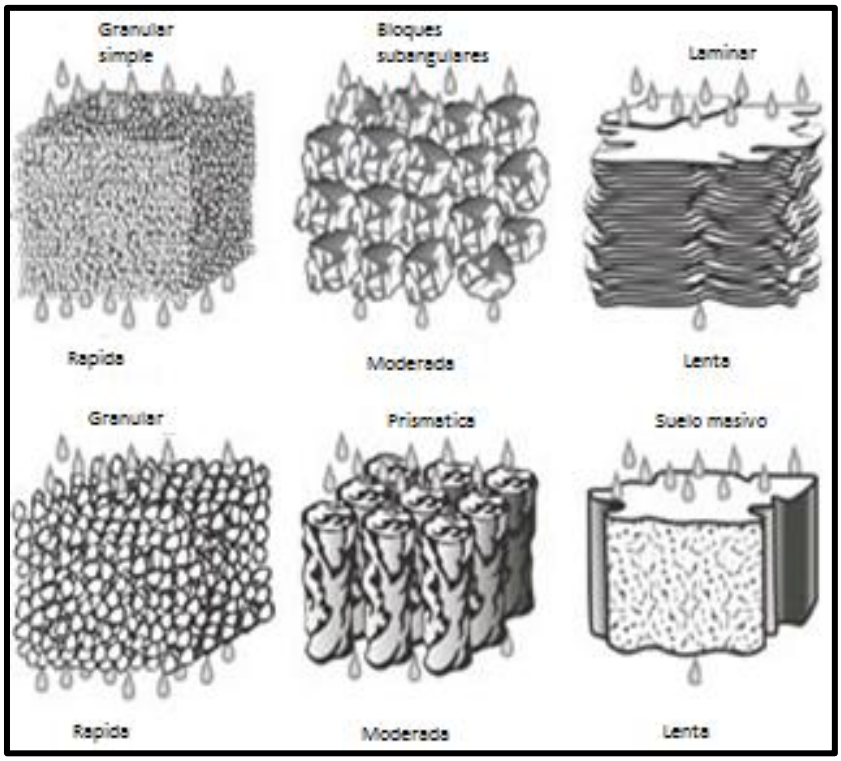


Figura IV. 42. Influencia de la estructura en la infiltración del agua.

Densidad aparente-porosidad

La densidad es una propiedad que tiene toda materia y se define como la masa por unidad de volumen. En el caso del suelo este volumen es el que ocupa la fracción solida del suelo (mineral y orgánico) y el del espacio poroso (que en términos prácticos el aire no tiene peso), de ahí que la densidad del suelo reciba el termino de densidad aparente. Si se elimina el volumen ocupado por el espacio poroso entonces la densidad del suelo se denomina como densidad real.

La densidad del suelo indica de manera indirecta el grado de compactación del suelo, valores altos de la densidad aparente, indica mayor compactación. De manera que permite inferir las dificultades para la emergencia de las plantas, el

crecimiento de la raíz y la circulación del agua y del aire. Y esta propiedad del suelo está directamente relacionada a la textura y la estructura del suelo.

La densidad aparente del suelo indica también de manera indirecta la porosidad del suelo. La presencia de poros en el suelo es importante ya que por estos huecos es por donde circula el agua y el aire; además de la cantidad de poros es necesario conocer el tamaño y la distribución de estos, de manera general se distinguen entre microporos (retención de agua) y macropos (circulación de aire). La densidad aparente, sin embargo, no indica el tamaño de los poros, ni sobre la conexión entre ellos. Siendo esta información muy importante para poder predecir el movimiento del agua y el aire en el suelo. Un suelo puede tener un espacio poroso amplio y tener poros pequeños, lo que influye en la retención de humedad.

- **Materia orgánica**

La materia orgánica del suelo constituye un sistema complejo y heterogéneo, con una dinámica propia e integrada por diversos grupos de sustancias. La materia orgánica del suelo se compone de vegetales, animales y microorganismos vivos, sus restos, y las sustancias resultantes de su degradación físico-química. Normalmente representa del 1 al 6% en peso, aunque esta proporción puede ser muy variable dependiendo del momento del año, tanto en suelos agrícolas (por causa de la fenología del cultivo o la época de cosecha) como naturales (dependiendo en este caso de la presencia de especies caducifolias o perennes, por ejemplo).

Es de gran importancia por su influencia en la estructura, en la capacidad de retención de agua y nutrientes, y en los efectos bioquímicos que causa sobre los vegetales. El concepto de materia orgánica del suelo se usa generalmente para referirse a los componentes de origen orgánico del suelo, incluyendo los tejidos

animales y vegetales, los productos de su descomposición parcial y la biomasa del suelo.

En suelos agrícolas, la materia orgánica suele representar el 1% – 3% de los constituyentes del suelo, mientras que en suelos forestales, este porcentaje puede elevarse mucho. El horizonte superficial es, normalmente, el que contiene un mayor contenido en materia orgánica, mientras que el contenido va disminuyendo progresivamente con la profundidad.

La materia orgánica del suelo se caracteriza por una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas, que condicionan a su vez las propiedades del suelo.

Se pueden destacar una serie de efectos de la materia orgánica sobre el suelo y las plantas:

1) Propiedades físicas:

a) El humus tiene mayor capacidad de retención de agua que la arcilla, por lo que juega un papel muy importante en la economía del agua en el suelo.

b) La materia orgánica favorece el desarrollo de la estructura del suelo, la adición de materia orgánica disminuye la permeabilidad y aumenta la capacidad de retención de agua. De este modo, la materia orgánica actúa como un regulador de la capacidad de retención y la infiltración del agua.

c) Se favorece la penetración de las raíces en el suelo.

d) Disminuye la erodibilidad del suelo, ya que los restos orgánicos depositados sobre la superficie del suelo lo protege de los efectos de la erosión hídrica y

eólica. La agregación de las partículas en agregados las protege también de la erosión.

e) Disminuye el riesgo de formación de costra superficial. Lo que favorece la infiltración del agua.

- **Infiltración**

En el agua de lluvia que llega al suelo puede tener diferentes destinos: escorrentía, evaporación e infiltración.

La Infiltración es el flujo del agua desde la superficie del suelo hacia la zona de raíces en primer lugar y posteriormente hacia capas más profundas, mientras dura el aporte de agua. El agua penetra en el suelo por los poros, grietas y orificios entre partículas y agregados del mismo. Se produce un frente de humedecimiento del terreno que inicialmente avanza con gran velocidad, velocidad que suele ir disminuyendo con el paso del tiempo.

La velocidad de infiltración depende principalmente de la porosidad y permeabilidad del suelo. Esta permeabilidad depende de su textura, su estructura, de la materia orgánica existente y de las prácticas efectuadas

Hay que distinguir la infiltración instantánea, I_i, que es la cantidad de agua que penetra en la unidad de tiempo y la infiltración acumulada I_a, que es la suma de infiltraciones instantáneas, medidas en un periodo de tiempo t.

$$\boldsymbol{I_a = \int I_i \, dt}$$

La infiltración instantánea inicialmente es elevada y progresivamente va disminuyendo a medida que se van llenando los intersticios del suelo con el agua

aportada, hasta llegar a un valor asintótico, correspondiente a la conductividad de saturación K_s.

Tabla IV. 15. Infiltración instantánea (permeabilidad) en mm/hr según diferentes la textura del suelo.

Tipo de suelo	I_i (mm/hr)
Arcilloso	4,0
Arcillo - limoso	5,0
Franco – arcilloso	6,5
Franco – limoso	7,5
Limoso	8,0
Franco	9,0
Limo – arenoso	11,0
Areno – limoso	14,0
Franco – arenoso	16,0
Arenoso – franco	18,0
Arenoso	20 o más

El perfil de suelo

El suelo es un cuerpo natural que forma parte fundamental del ecosistema; y su estudio debe iniciarse en campo, con la observación detallada del suelo y del medio en donde se encuentra. Para cualquier estudio, agronómico, ambiental, arquitectónico, ingenieril, u otro; debe seleccionarse y estudiarse suelos representativos de cada una de las unidades en que sea posible subdividir el paisaje.

El perfil del suelo es un corte vertical del terreno que permite estudiar el suelo en su conjunto desde su superficie hasta el material que le dio origen. En esta observación pueden distinguirse capaz que se denominan horizontes.

Los horizontes se delimitan de acuerdo a la presencia de diferencias en:

1) Color.
2) Textura.
3) Estructura.
4) Diferencias en propiedades asociadas, como plasticidad, adhesividad, dureza, etc.

El suelo está delimitado por la superficie del terreno en la parte superior, de manera lateral delimitado con otro suelo, con roca o sedimentos, y en algunos casos con cuerpos de agua; el límite inferior es un poco más difícil de identificar ya que el suelo presenta variaciones en sentido vertical (resultado de la interacción de los factores de formación), esta variación de las propiedades del suelo están en función de la distancia a la superficie.

La presencia de horizontes es el resultado de la evolución o génesis del suelo a partir de un material parental. Por ello se denominan horizontes genéticos. Estos horizontes presentan cierta variabilidad en su morfología, sin embargo, esta morfología no es infinita, existiendo horizontes semejantes, lo que hace posible que existan sistemas de clasificación de suelos en base a características similares.

Dokuchaev (padre de la edafología) fue el primero que utilizo letras del alfabeto latino para designar los horizontes del suelo. De tal manera que se identifican como horizontes mayores o principales con las siguientes letras mayúsculas del alfabeto latino: O, A, B, E, C, R y recientemente se decidió utilizar las letras H y W (Figura IV.43).

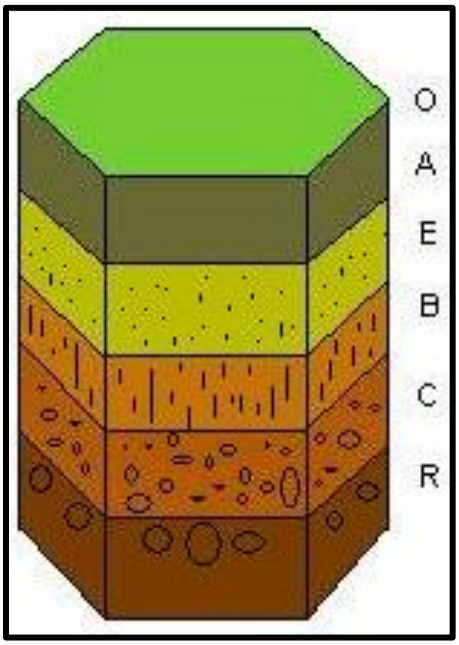


Figura IV. 43. Representación esquemática de los distintos horizontes que conforman el perfil del suelo.

Horizonte O. Horizonte orgánico de un suelo mineral, se presenta en la parte superior del suelo en condiciones aeróbicas (presencia de oxigeno). Contiene 20% o más de carbono orgánico, se presenta típicamente en suelos de bosque.

Horizonte A. Horizonte mineral con acumulación de materia orgánica. Formado en la parte superior del suelo o debajo de un horizonte O. también se designa como horizonte A cualquier horizonte en superficie afectada por laboreo o pastoreo.

Horizonte E. Horizonte mineral eluvial (perdida de materiales), de color claro y texturas gruesas debido a la perdida de materiales como materia orgánica, óxidos de hierro y aluminio; y arcillas. Se encuentra siempre debajo de un horizonte A y encima de un horizonte B.

Horizonte B. Horizonte mineral donde hay acumulación de materiales procedentes del horizonte E, por lo cual presenta colores oscuros y texturas más finas que el resto de los horizontes.

Horizonte C. Horizonte mineral, se trata de roca o sedimento que presenta señales de intemperismo. Se puede tratar de material consolidado o no consolidado (cenizas volcánicas, sedimentos aluviales, etc).

Horizonte R. Roca consolidada subyacente, demasiado dura para romperse con las manos, se requiere herramientas para poder fragmentarla.

Horizonte W. En zonas donde hay problemas de drenaje o inundación el límite inferior del suelo está determinado por la presencia de agua.

Horizonte H. Horizonte orgánico formado por la acumulación de materia orgánica en condiciones anaeróbicas (bajas concentraciones de oxigeno), se presenta en zonas con problemas de inundación constante o congelamiento de la parte superficial del suelo.

Ningún suelo reúne todos los horizontes descritos anteriormente, de acuerdo a los que si se encuentren en cada suelo y a características secundarias observadas en el perfil, es como se llevan a cabo las clasificaciones de los suelos. En México de manera oficial se utiliza el sistema de clasificación de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Este sistema es conocido como Leyenda de suelos de la FAO de 1974, este sistema ha sido actualizado de acuerdo al mejor conocimiento sobre el funcionamiento y características del suelo; actualmente la FAO utiliza de manera oficial el sistema de clasificación conocido como WRB (World Reference of Soil Base). En México el material cartográfico que existe utiliza como sistema de clasificación de suelo La Leyenda de Suelos de la FAO de 1974. Dicho sistema se compone de 28 Unidades y 108 Subunidades;

que brindan información sobre las características más importantes sobre el suelo que se está estudiando.

De manera paralela se suele ocupar el sistema de clasificación americano conocido como Soil Taxonomy. Este sistema es jerárquico, consistente en 6 niveles jerárquicos, conforme se avanza en cada nivel durante la información sobre el suelo que se trata es mayor. Las jerarquías dentro de este sistema son Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie; correspondiendo al nivel de orden el nivel jerárquico más alto y con menos información sobre el suelo. La Soil Taxonomy se compone de 12 Órdenes de Suelo.

IV.2.1.5.2. Metodología

Para determinar los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR del proyecto, se siguió el procedimiento que establece el levantamiento fisiográfico.

El levantamiento fisiográfico

Cartografiar suelos requiere llegar a entender su organización espacial y plasmar esta información de forma clara en un mapa, que constituye un modelo simplificado de la realidad. El trabajo previo a campo requiere establecer algún sistema o método que permita predecir la distribución de los suelos en el área de estudio, siendo el sistema fisiográfico el más utilizado.

El sistema fisiográfico es una subdivisión del paisaje, cuenta a nivel regional con un sistema de clasificación simple, ya que tiene solo dos tipos principales de unidades: la faceta y el sistema terrestre.

La faceta es la unidad básica de clasificación y se define como: “Una porción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca o deposito superficial y con un suelo y un régimen de humedad que son uniformes o varían en una forma simple y consistente.

Cada faceta es lo suficientemente homogénea para ser manejada de manera uniforme en la mayoría de los uso de la tierra y son de tamaño tal que pueden ser cartografiados. Es importante mencionar que el Levantamiento Fisiográfico es un estudio a nivel regional y que las Facetas representan a las unidades con la mayor homogeneidad que puede ser alcanzada. Además, una repetición de un conjunto de Facetas da un carácter particular y distintivo a un paisaje, es decir, reconocemos diferentes paisajes donde hay un diferente conjunto de Facetas o donde los patrones de las relaciones entre Facetas difieren. Tales patrones en su conjunto proporcionan áreas útiles para la identificación de las Facetas y son conocidos como *Sistemas Terrestres*.

El método para la realización del Levantamiento Fisiográfico está basado en una modificación de la metodología propuesta por Webster y Beckett (1970) y consta de los siguientes pasos:

1) Delimitación del área de estudio.
2) Obtención de la información existente.
3) Trazo de facetas.
4) Transferencia de linderos.
5) Fotointerpretación y recorrido de campo.
6) Definición de sistemas terrestres.
7) Descripción de sistemas terrestres.

Dentro de cada faceta, es necesario establecer el número de sitios de muestreo, siendo dos el número mínimo y de ocho el número máximo que se han establecido para observar la variación del suelo dentro de la faceta. Estas variaciones están determinadas fundamentalmente por tres factores: Forma del terreno, Litología, y Textura del suelo.

Determinación de los puntos de observación.

Con base al Sistema Fisiográfico, se identificó que la faceta presente en el trazo de la nueva vialidad, corresponde a un sistema de Sierra volcánica, en la cual mediante técnicas de fotointerpretación se lograron definir 4 sistemas terrestres, Valle intermontano, Lomerío típico, Sierra alta y Meseta, estos como unidad básica para la identificación de los tipos de suelo.

A continuación se presenta la descripción de cada una de los sistemas terrestres

Valle intermontano. Depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, situado entre montañas con presencia de pequeñas lomas.

Lomerío típico. Definido como un conjunto de lomas con características propias, de variables formas y alturas.

Sierra alta. Se define como línea de montañas con una altitud mayor al entorno geográfico.

Meseta. Es una mesa extensa, situada a una altura por encima de los lomeríos y que presenta una uniformidad como planicie.

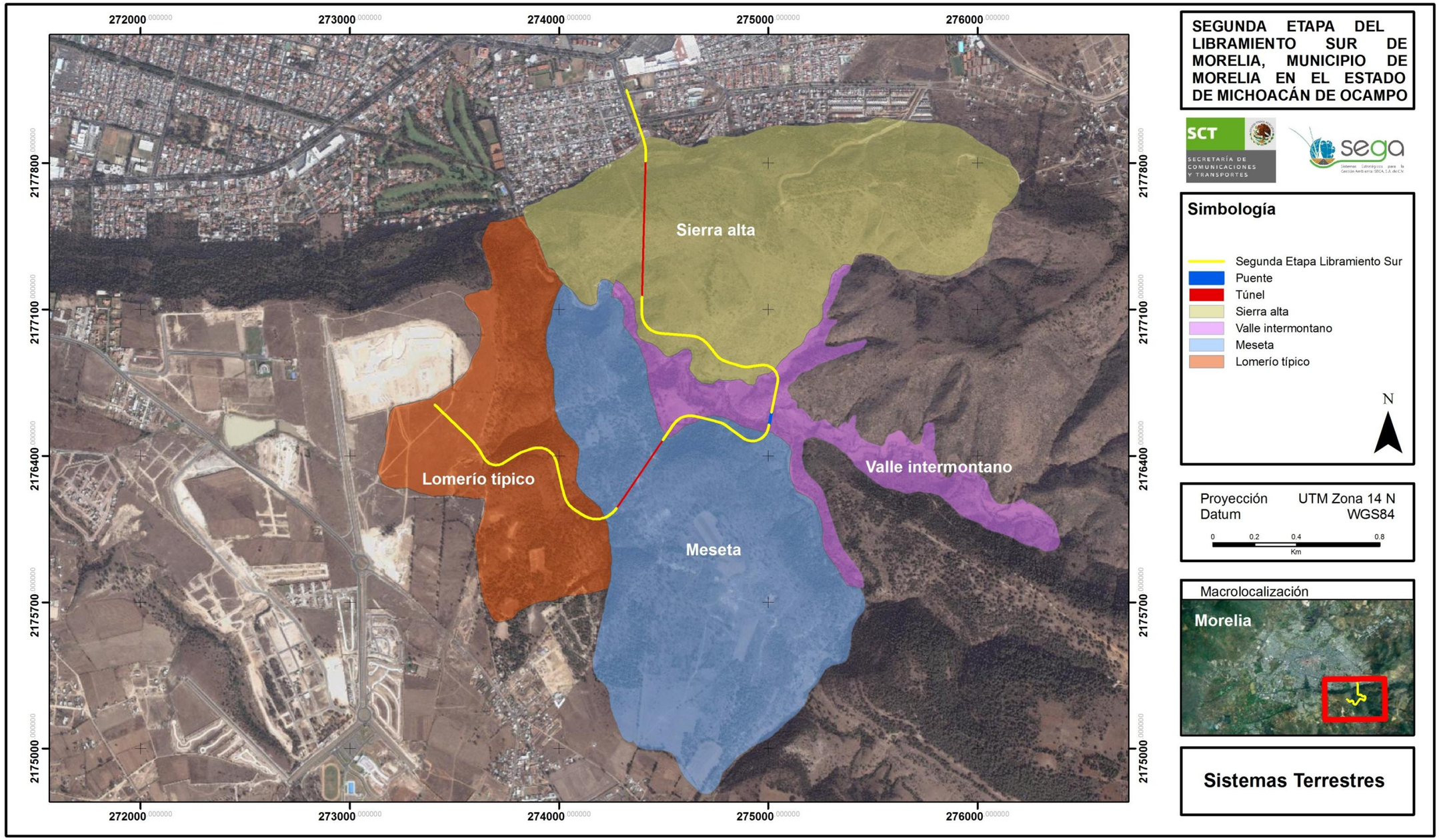


Figura IV. 44. Sistemas terrestres definidos para el área de influencia del proyecto.

- **Calculo de infiltración del suelo**

A nivel SAR

Para calcular el balance hídrico del SAR se realizó una suma aritmética de las contribuciones de agua filtrada de forma natural mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{I = P - E - Es}$$

Dónde:

I=Infiltración
P=Precipitación media anual (Vectores INEGI)
E=Evapotranspiración (Vectores INEGI)
Es=Escurrimiento superficial

Escurrimiento Superficial

El escurrimiento superficial se calcula a partir del llamado coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua de precipitación que escurre sobre la superficie hasta acumularse en los cuerpos de agua o seguir a través de corrientes superficiales.

Para establecer el valor del coeficiente de escurrimiento se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\boldsymbol{Ce = K\frac{P - 250}{2000}, para\ K \leq 0.15}$$

$$\boldsymbol{Ce = K\frac{P - 250}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}, para\ K > 0.15}$$

Dónde:

K= Permeabilidad (Parámetro que depende del tipo y uso del suelo)

P= Precipitación Media Anual (mm).

La fórmula ya incluye el la evapotranspiración.

Tabla IV. 16. Valores de K en función del tipo de suelo.

Permeabilidad (K)	Descripción
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y poco compactas
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi Impermeables, tales como arenas muy delgadas y sobre capas arcillosas

Se reclasifica a cada uno de los tipos de suelo de la capa de edafología, tomando en cuenta las diferentes fases presentes, la composición y su textura.

Tabla IV. 17. Valores de permeabilidad en función del tipo de suelo existente en el área de estudio.

Clave	Textura	Permeabilidad (K)
Lc+Ao+Bc/3	3	C
Vp+Hh/3	3	C
Vp/3	3	C
Vp/Hh/2	2	B
Th+Lc+Hh/2	2	B

Posteriormente se agrupa por los usos de suelo y vegetación conforme a sus diferentes permeabilidades según el suelo sobre el que estén asentados.

Tabla IV. 18. Valores de K (permeabilidad) por tipo de suelo y de vegetación.

Uso de suelo y vegetación	PERMEABILIDAD		
	A	B	C
Asentamientos humanos y vialidades pavimentadas	0.28	0.29	0.32
Basureros			0.30
Bosque de Abies		0.16	0.247
Bosque de Abies perturbado		0.22	0.26
Bosque de Carpinus		0.26	0.28
Bosque de Cupresus (de reforestación)		0.22	0.26
Bosque de Pinus		0.16	0.24
Bosque de Pinus perturbado		0.22	0.26
Bosque de Quercus		0.16	0.24
Bosque de Quercus perturbado		0.22	0.26
Bosque mesófilo de montaña		0.26	0.28
Bosque mixto de Pinus-Abies		0.16	0.24
Bosque mixto de Pinus-Abies perturbado		0.22	0.26
Bosque mixto de Pinus-Quercus		0.16	0.24
Bosque mixto de Pinus-Quercus Perturbado		0.22	0.26
Bosque seco o plagado		0.20	0.28
Campamento Forestal			0.30
Cuerpo de Agua		0.00	0.00
Infraestructura		0.29	0.32
Matorral rosetófilo crasicaule		0.24	0.30
Pastizal natural		0.24	0.30
Roca		0.24	
Selva baja caducifolia	0.12	0.22	0.26
Selva baja caducifolia perturbada	0.17	0.26	0.28
Sitio de extracción de materiales		0.28	0.30
Sitios de importancia cultural		0.29	0.32
Suelo erosionado		0.28	0.30

Uso de suelo y vegetación	PERMEABILIDAD		
	A	B	C
Terracería	0.26	0.28	0.30
Vegetación riparia	0.17	0.26	0.28
Vegetación riparia perturbada		0.28	0.30
Vegetación secundaria	0.14	0.20	0.28
Zacatonal		0.24	
Zona agropecuaria	0.24	0.27	0.30
Zona inundable		0.00	0.00
Zona sin vegetación aparente	0.24	0.28	0.30

Finalmente mediante una multiplicación de los mapas por medio de un Sistema de Información Geográfica (GIS), Se obtiene un mapa final de salida de la recarga hídrica (infiltración).

Cálculo para la velocidad de infiltración

Para calcular la velocidad de infiltración en campo se utilizó el método del infiltrómetro de doble cilindro (Figura IV.45), el cual usa dos cilindros concéntricos que son introducidos en el suelo, al cilindro interior se le aplica una lámina de agua y la proporción con la que el agua se mueve hacia el interior del suelo es medida en centímetros por unidad de tiempo. El flujo y las mediciones normalmente se continúan hasta que la tasa de infiltración se hace constante obteniéndose en ese momento la velocidad de infiltración conocida como infiltración básica.

Para el cálculo de la velocidad de infiltración se han elaborado varios modelos entre los que se encuentra el de Kostiakov, y este modelo es el que se aplicó para obtener las gráficas de velocidad de infiltración (I) e infiltración acumulada (i) así como el valor de la infiltración básica.

Procedimiento

1. Se seleccionó dentro del terreno el lugar más representativo para la prueba.
2. Se insertó el cilindro de menor diámetro sobre el suelo y se golpeó para enterrarlo a una profundidad considerable > 5 cm, teniendo cuidado el que sea de manera nivelada con la horizontal que marca la superficie del suelo.
3. Posteriormente se colocó de forma concéntrica al primer cilindro, en el exterior y se enterró a la misma profundidad que el cilindro menor.
4. Se limpió la superficie dentro del cilindro interno de residuos y basura que al flotar pueden interferir con la lectura, y se vertió agua hasta tener una lámina de 10 cm aproximadamente y se tomó la primera lectura.
5. Se vertió agua en la cavidad formada entre los dos cilindros hasta que se tuvo aproximadamente el mismo nivel que el cilindro interno; esta agua sirve para amortiguar la posible infiltración lateral.
6. Se tomaron las lecturas del nivel de agua a cada 5 min, en ocasiones es necesario tener lecturas continuas hasta que las variaciones sean constantes en el mismo intervalo de tiempo.



Instalación del infiltrometro



Inicio de la prueba



Prueba de infiltración



Toma de lecturas

Figura IV. 45. Prueba del Infiltrometro de doble anillo llevadas a cabo en el SAR.

IV.2.1.5.3. Resultados

De acuerdo a la clasificación de FAO-UNESCO (1989), y según la carta edafológica del INEGI (1:250,000), los tipos de suelo que se presentan en el SAR son el *Luvisol, Vertisol* y *Andosol*, la superficie ocupada por cada tipo de suelo y su proporción correspondiente dentro del SAR se presenta en la Tabla IV.19, mientras que su ubicación espacial se presenta en la figura IV.46.

Tabla IV. 19. Superficies y porcentaje por tipo de suelo dentro del SAR.

No.	Tipo de suelo	Clave	Superficie (Ha)	% con respecto al SAR
1	Luvisol	Lc	3,486.08	51.28
2	Vertisol	Vp	2,452.06	36.07
3	Andosol	Th	860.68	12.66
Total			6,798.72	100

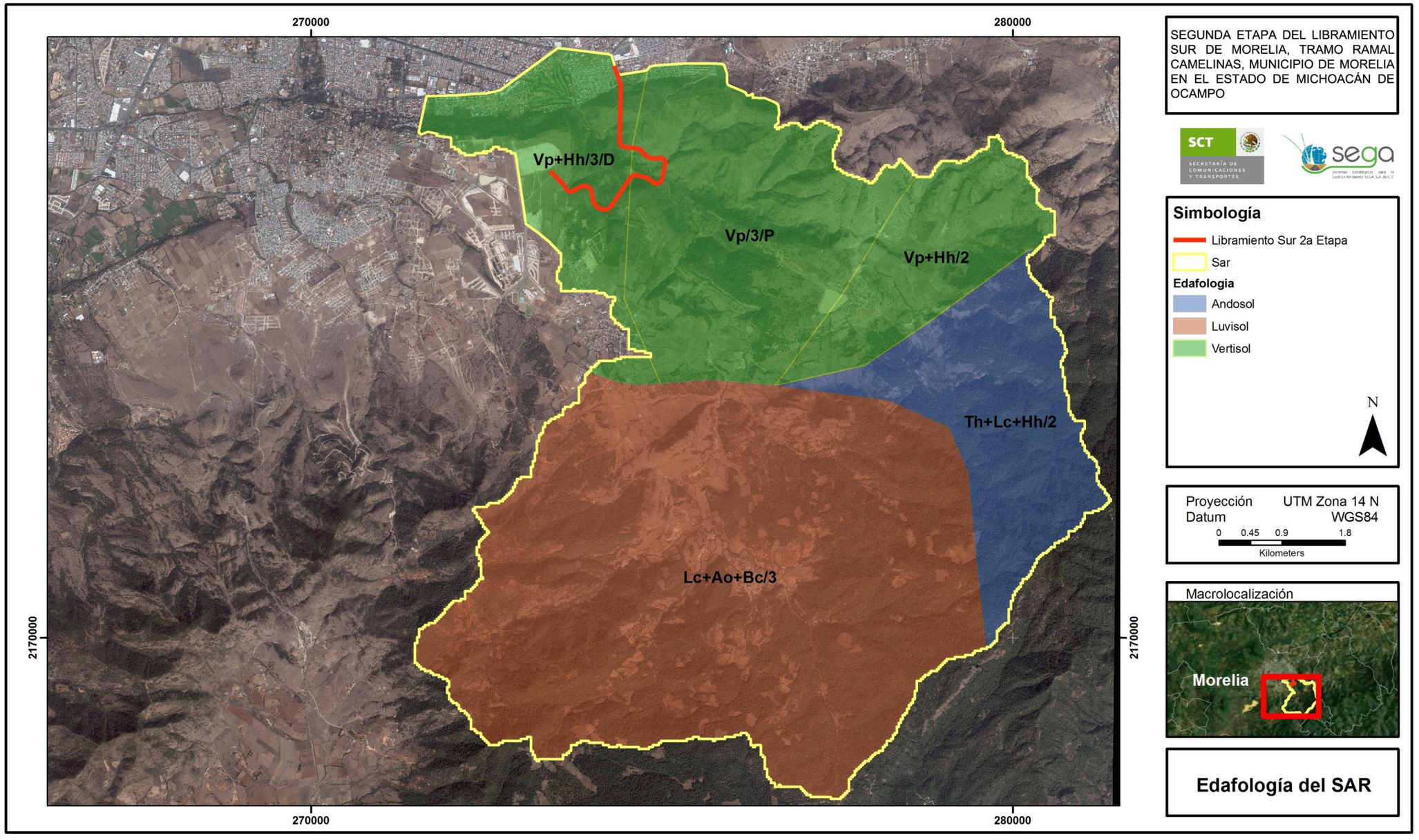


Figura IV. 46. Tipos de suelo presentes en el SAR de acuerdo a INEGI (Serie II).

- **Descripción de los tipos de suelo presentes en el SAR**

Luvisol: Suelo bien representado en el área, se caracteriza por su color rojizo o amarillento, este suelo se usa con fines agrícolas y es de rendimientos moderados, aunque en cultivos frutales de zonas tropicales y templadas su rendimiento es alto. Dentro de la zona se distribuye en la porción sur, correspondiente también a la de mayor altitud. Se desarrolla principalmente sobre ignimbritas. En las inmediaciones del área, así como en el resto de la cuenca del Río Chiquito soporta una vegetación heterogénea aunque con una ligera tendencia hacia los bosques de pino y de pino-encino, mientras que dentro de ella está cubierto por pastizales de origen secundario, en zonas de anterior uso agrícola. Los suelos de tipo Luvisol son altamente erodables por lo fino de su textura, sin embargo, según lo reportado por Ortega (1996) el riesgo de erosión para estos tipos de suelo en el área es moderado debido a que se encuentra en pendientes moderadas y altitudes menores.

***Vertisol*:** Está constituido por sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas; El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales.

Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.

Andosol: El Andosol es un suelo que presenta una proporción relativamente alta de hierro y aluminio en la fracción de tierra fina y una alta retención de fosfatos hasta una profundidad de 35 cm, como mínimo. El subtipo úmbrico tiene una

consistencia untuosa y una textura franco limosa o muy fina y no se satura de agua en ninguna época del año; posee un horizonte A no muy duro cuando se seca, con grado de saturación menor de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico y un horizonte B de alteración, color claro y bajo contenido de materia orgánica.

- **Capacidad de infiltración del SAR**

La infiltración se define como la cantidad de agua en movimiento que atraviesa verticalmente la superficie del suelo producto de la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares, ésta cantidad de agua quedará retenida en el suelo o alcanzará el nivel freático del acuífero, incrementando el volumen de éste.

Entre los factores más importantes que afectan la velocidad o tasa de infiltración son:

- Características físicas de la textura del suelo.
- Carga hidráulica o lámina sobre la superficie del suelo.
- Contenido de materia orgánica y carbonatos en el suelo.
- Contenido de humedad en el suelo (inicial y a saturación).
- Grado de uniformidad en el perfil del suelo.
- Acción microbiana en el suelo.
- Temperatura del suelo y del agua.
- Cobertura vegetal.
- Uso del suelo.
- Cantidad de aire atrapado en el suelo.
- Compactación.

El SAR se asienta parcialmente sobre acuíferos los cuales proveen de agua a la Ciudad de Morelia, Con la finalidad de ubicar las áreas relevantes de recarga al acuífero, se realizó un modelo de balance hídrico cuyos resultados arrojaron lo siguiente.

La distribución de la cantidad de agua que se infiltra en el SAR, está fuertemente relacionada con el tipo y uso de suelo sobre el que se asienta, así tenemos que el SAR se puede dividir claramente en tres grandes zonas de infiltración. La primera es la de recarga alta que se ubica en la parte sureste del SAR en lo que corresponde a las zonas conservadas de vegetación bosque de encino, la segunda zona de recarga clasificada como media se encuentra distribuida en todo el SAR y es la que mayor superficie ocupa dentro del mismo, teniendo como principales usos del suelo los agropecuarios y el bosque de encino. Finalmente, el área de recarga baja o nula cuenta con una extensión que se establece en áreas urbanas y/o cubiertas por infraestructura (Figura IV.47).

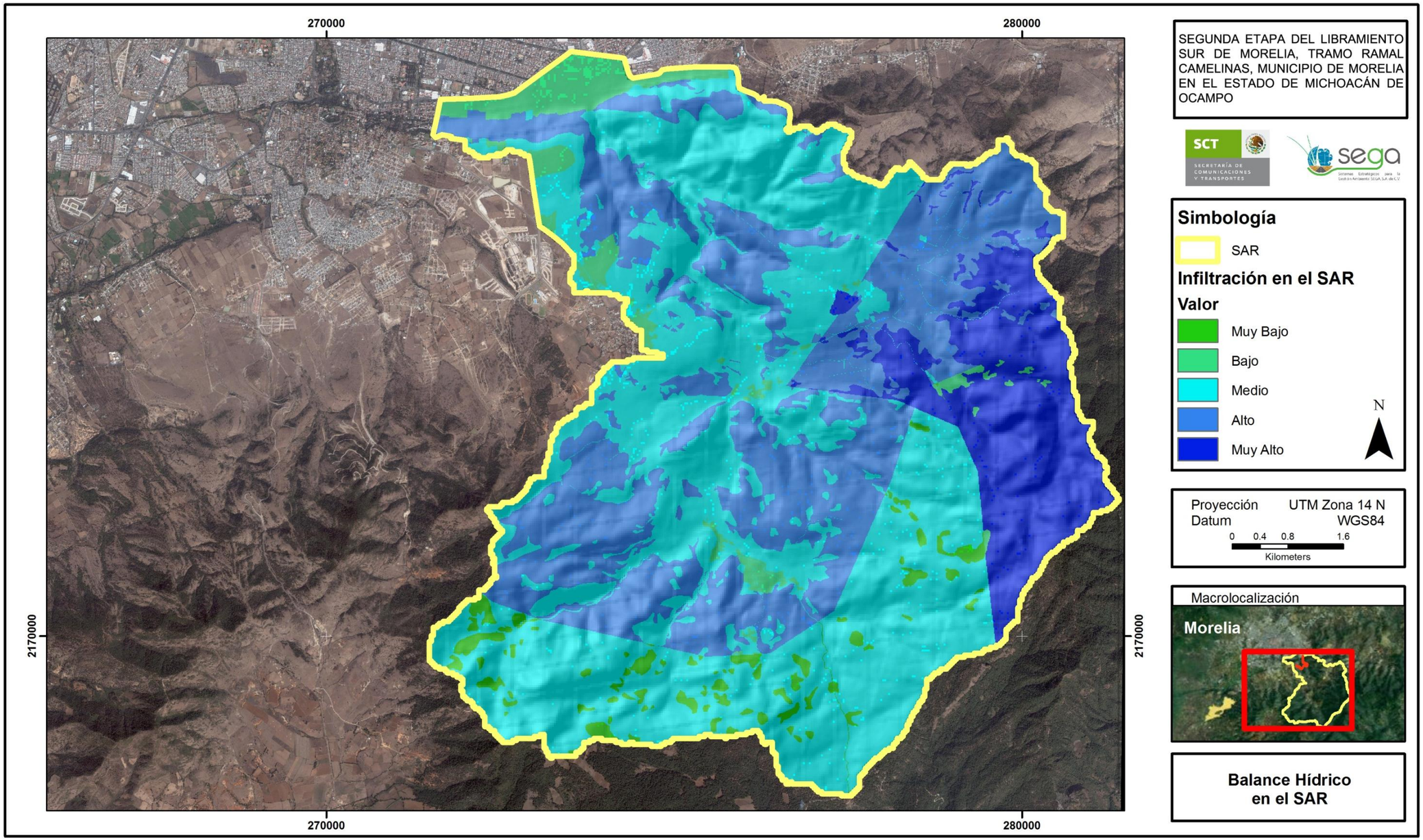


Figura IV. 47. Tasas de recarga del SAR.

- **Tipos de suelo en las superficies de afectación por la construcción del proyecto.**

Resultados

Los tipos de suelo y su capacidad de infiltración en las superficies requeridas para la ejecución del proyecto denominado **"Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo"**, se determinaron mediante la descripción de perfiles de suelo y el uso del infiltrometro de doble anillo, los sitios de muestreo se determinaron de acuerdo a los sistemas terrestres delimitados anteriormente siguiendo la metodología del Levantamiento Fisiográfico, Los puntos de muestreo se presentan en la siguiente imagen.

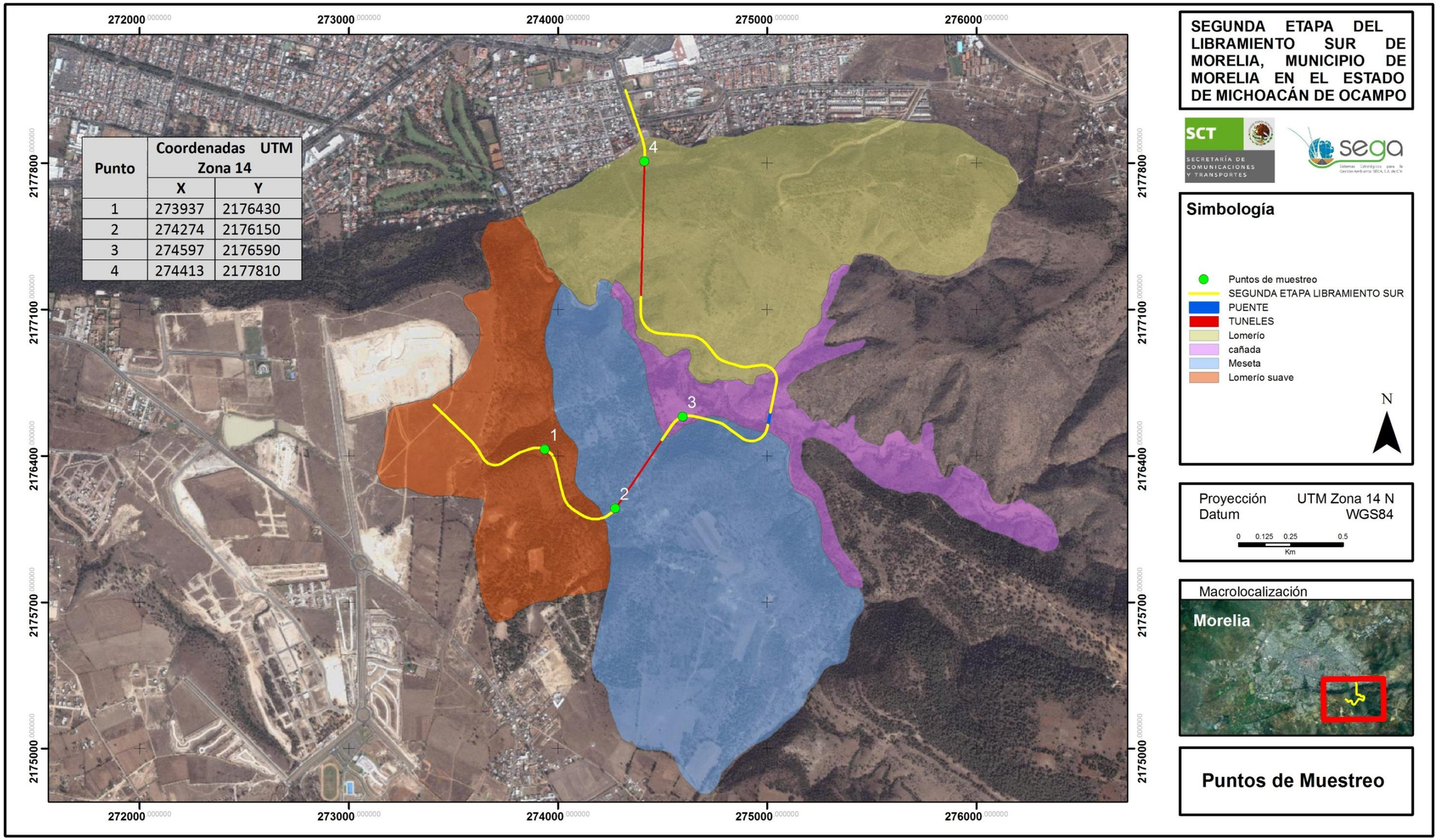


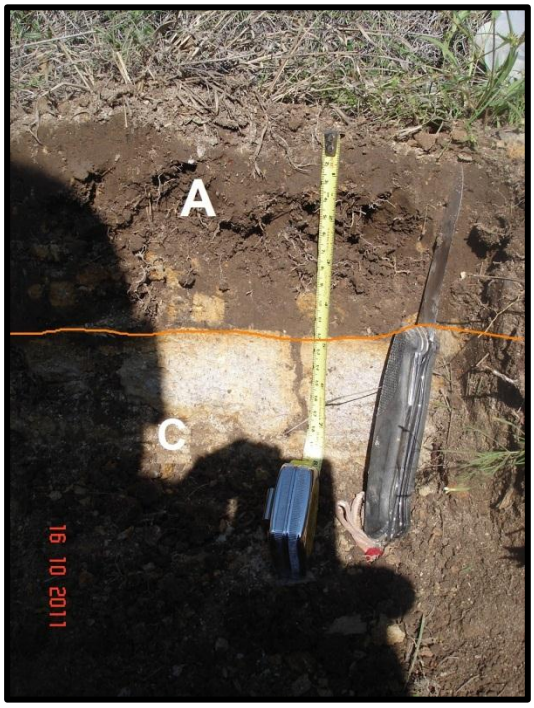
Figura IV. 48. Puntos de descripción de perfiles.

- **Determinación de los tipos de suelo y cálculo de la velocidad de infiltración.**

Descripción de perfiles

Punto No. 1

Ubicado aproximadamente a 2 Km en dirección Sureste del centro comercial Altozano. Relieve de lomerío con orientación al Sur; las rocas presentes son riolita y pórfidos rioliticos. La vegetación presente es de Eucalipto y pastos. Coordenadas Geográficas UTM: Zona 14; X= 273 937; Y= 2 176 430

Perfil	Horizonte genético	Descripción.
	A	Profundidad de 0-12 cm. Color en húmedo 10YR 3/2 pH 5.57 (acido); Textura Franco arenosa, Estructura granular; consistencia en húmedo friable y en mojado plástico y ligeramente pegajoso. Sin reacción al HCl (no hay presencia de carbonatos) Reacción a H_2O_2 moderadamente baja (1-2% de materia orgánica). Presencia común de raíces finas y medias en todo el horizonte, poros comunes finos y medios. Límite del horizonte abrupto. Permeabilidad alta.
	C	Profundidad de 12 cm, Roca riolita con signos de intemperismo. Revestimientos de arcillas en las grietas de la roca
Clasificación Soil Taxonomy:		Entisol
Clasificación Leyenda de suelo de la FAO:		Litosol

Calculo de la Infiltración

Se determinó la capacidad de infiltración, obteniendo los siguientes resultados.

tiempo (min)	Tiempo acumulado. (min)	Longitud acumulada	Lámina. Infiltrada. (cm)	Lamina de infiltración acumulada. (cm)	Logitud de lámina infiltrada acumulada
0	0		0	0	
6.2	6.2	0.792391689	1	1	0
19.27	25.47	1.406028945	1	2	0.301029996
37.12	62.59	1.796504952	1	3	0.477121255
57.4	119.99	2.079145053	1	4	0.602059991
82.5	202.49	2.30640358	1	5	0.698970004

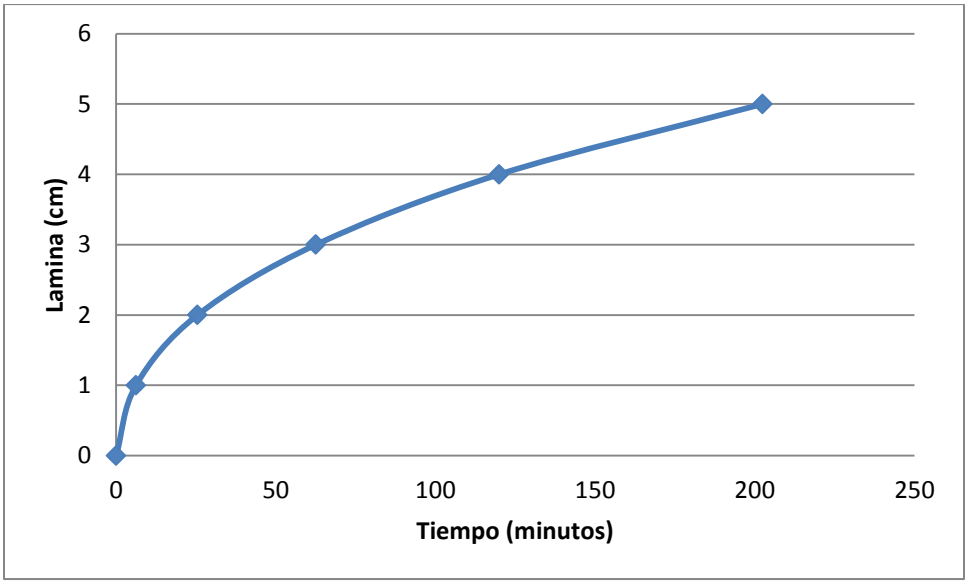


Figura IV. 49. Infiltración Acumulada; Punto1.

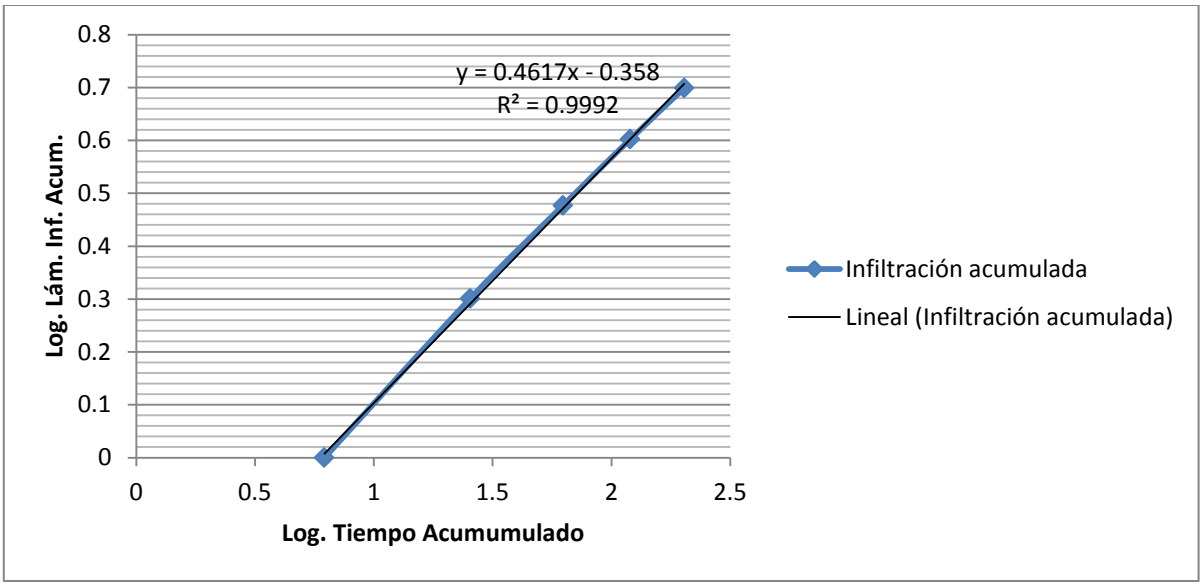


Figura IV. 50.Linea de Infiltración Acumulada; Punto 1.

Pendiente de b = 0.461

Intercepto: log a = -0.358; entonces a = 0.4461

Aplicando la ecuación de Kostiakov:

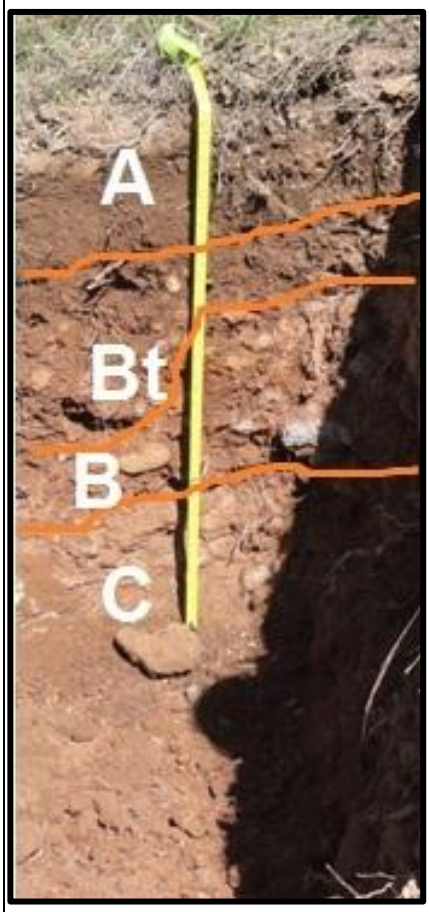
t min	Velocidad de infiltración cm/hr
0	0
6.2	1.034486416
19.27	1.984319348
37.12	3.003454146
57.4	4.054320645
82.5	5.16041078

Velocidad de infiltración promedio: 15.4 mm/hr

La velocidad de infiltración alta, debida a la textura donde predominan las arenas, hay acumulación de materia orgánica y la estructura es granular. La combinación de estos tres factores facilita la infiltración. A pesar de que se trata de un suelo muy superficial, el material parental presenta alto de grado de fracturación y alta permeabilidad facilitando la infiltración.

Punto No. 2

Ubicado aproximadamente a 3 Kilómetros en dirección sureste del centro comercial Altozano. El relieve es de ladera orientada al este con pendiente superior al 75%; las rocas presentes son riolitas y pórfidos rioliticos, hay pedregosidad abundante. La vegetación presente es de Encinos y pastos.
Coordenadas geográficas UTM: Zona 14; X= 274 274; Y= 2 176 150.

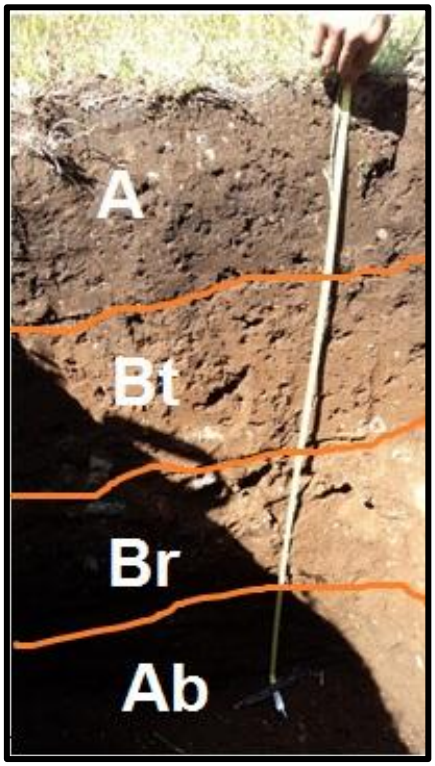
Perfil	Horizonte genético	Descripción.
	A	Profundidad 0-10 cm Color en húmedo 10YR 3/2; en seco 10YR 5/2; pH 4.89; Textura Franco arcillo arenosa, Estructura granular; Consistencia en seco es suelta, en húmedo es suelto y en mojado ligeramente plástico y ligeramente pegajoso. Sin reacción al HCl (no hay presencia de carbonatos) Reacción a H_2O_2 alta (>4% de materia orgánica). Presencia abundante de raíces finas y medias, poros medios muchos. Límite del horizonte neto. Permeabilidad media.
	Bt	Profundidad 10-22/50 cm. Color en húmedo 10YR 3/3; pH 4.52; Textura arcillo arenosa; Estructura granular; Consistencia húmedo es muy friable, en mojado muy pegajoso y plástico; sin reacción al HCl, (sin presencia de carbonatos); Reacción al H_2O_2 muy baja (<0.5 % de materia orgánica). Presencia común de raíces; poros medios muchos. Límite entre horizontes claro e irregular. Permeabilidad baja.
	B	Profundidad 22/50-46/60 cm Color en húmedo 10YR 3/4; Textura Franco arcillo arenoso; Estructura de bloque angulares; Consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástico y ligeramente pegajoso; sin reacción al HCl (no hay presencia de carbonatos); Reacción nula al H_2O_2 (No hay presencia de materia orgánica). Raíces pocas y gruesas; poros finos y medios comunes. Límite entre horizontes claro e irregular. Permeabilidad baja.

Perfil	Horizonte genético	Descripción.
	C	Profundidad 46/60 cm – Color en húmedo 10YR 4/6; Textura franco arenosa; Suelo masivo (ausencia de estructura); Consistencia en húmedo muy friable; en mojado no pegajoso y no plástico; Sin reacción al HCl (no hay presencia de carbonatos); Sin reacción al H_2O_2 (ausencia de materia orgánica). No hay presencia de raíces, poros pocos y gruesos. Permeabilidad alta.
Clasificación Soil Taxonomy:		Entisol
Clasificación Leyenda de suelo de la FAO:		Ranker

Punto No. 3

Ubicado aproximadamente a 1.5 Kilómetros en dirección sur del club campestre de Morelia. El relieve es plano, correspondiendo a la parte baja de las montañas aledañas. El material que da origen al suelo son sedimentos aluviales, basaltos y riolitas acarreadas por el agua y la gravedad. La vegetación natural fue desplazada para el cultivo y el desarrollo de pastos.

Coordenadas geográficas UTM: Zona 14; X= 274 597; Y= 2 176 590.

Perfil	Horizonte genético	Descripción.
	A	Profundidad de 0-30 cm Color en húmedo 10YR 2/1; pH 5.39; Textura franco limosa; Estructura de bloque angulares; Consistencia en seco friable, en mojado plástico y ligeramente pegajoso; Reacción al HCl nula (sin presencia de carbonatos); Reacción al H_2O_2 baja (materia orgánica 1-2%); Presencia común de raíces finas y medias común; Poros medios y finos pocos; Limite entre horizontes claro y liso. Permeabilidad baja. Presencia de vesículas.
	Bt	Profundidad de 30-67 cm Color en húmedo 10YR 4/4; pH 6.22; Textura franco arcillosa; Estructura de bloques angulares; Consistencia en húmedo friable, en mojado plástico y pegajoso; Reacción al HCl nula; Reacción al H_2O_2 muy baja; Raíces finas y pocas; Poros muchos grandes y medios. Límite entre horizontes abrupto y liso.
	Br	Profundidad de 67-106 cm Color en húmedo 10YR 3/4; pH 6.01; Textura franco arcillo arenosa; Estructura de bloques angulares; Consistencia en húmedo friable, en mojado pegajoso y ligeramente plástico; Reacción nula al HCl; Reacción al H_2O_2 muy baja. Raíces pocas y finas; Poros muchos grandes y medios. Límite entre horizontes claro y liso. Permeabilidad media. Fragmentos de roca de más de 20 cm de diámetro que dificultan el desarrollo de las raíces.

	Ab	Profundidad de 106 cm— Color en húmedo 10YR 2/2; pH 6.24; Textura arcilla; Estructura granular; Consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajoso y plástico; Sin reacción al HCl; Reacción al H_2O_2 baja; Sin presencia de raíces; Poros muchos grandes y medios; Horizonte enterrado. Permeabilidad baja.
Clasificación Soil Taxonomy:		Inceptisol
Clasificación Leyenda de suelo de la FAO:		Feozem

Cálculo de la Infiltración

Se determinó la capacidad de infiltración, obteniendo los siguientes resultados.

tiempo (min)	Tiempo acumulado. (min)	Longitud acumulada	Lámina. Infiltrada. (cm)	Lamina de infiltración acumulada. (cm)	Logitud de lámina infiltrada acumulada
0	0		0	0	
13.31	13.31	1.124178055	1	1	0
29.47	42.78	1.63124078	1	2	0.301029996
48.19	90.97	1.958898195	1	3	0.477121255
67.42	158.39	2.199727759	1	4	0.602059991
87.42	245.81	2.390599547	1	5	0.698970004
105.54	351.35	2.545739958	1	6	0.77815125

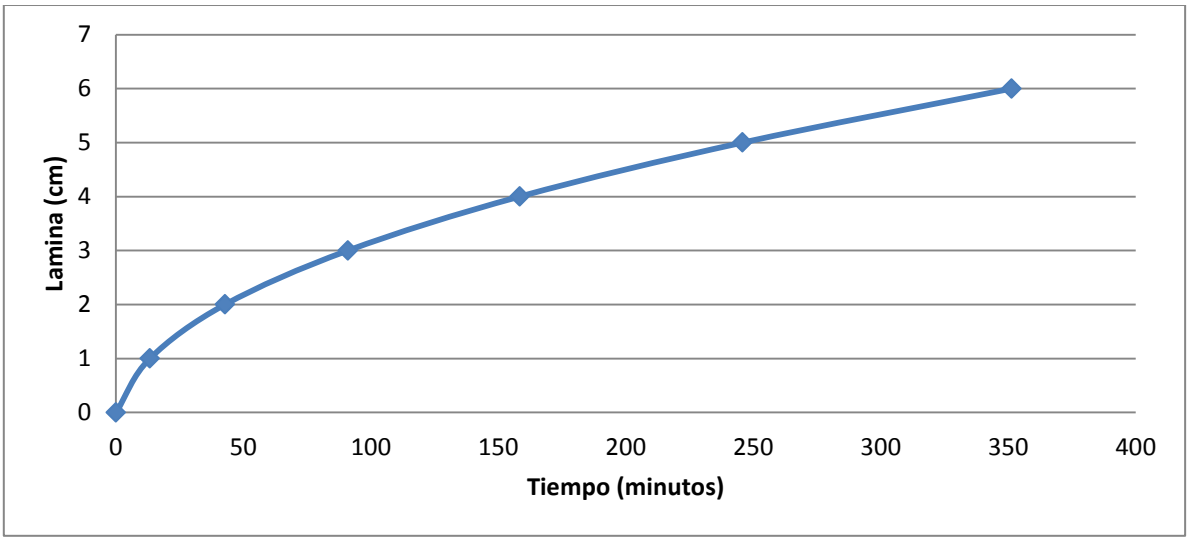


Figura IV. 51. Infiltración Acumulada; Punto 3.

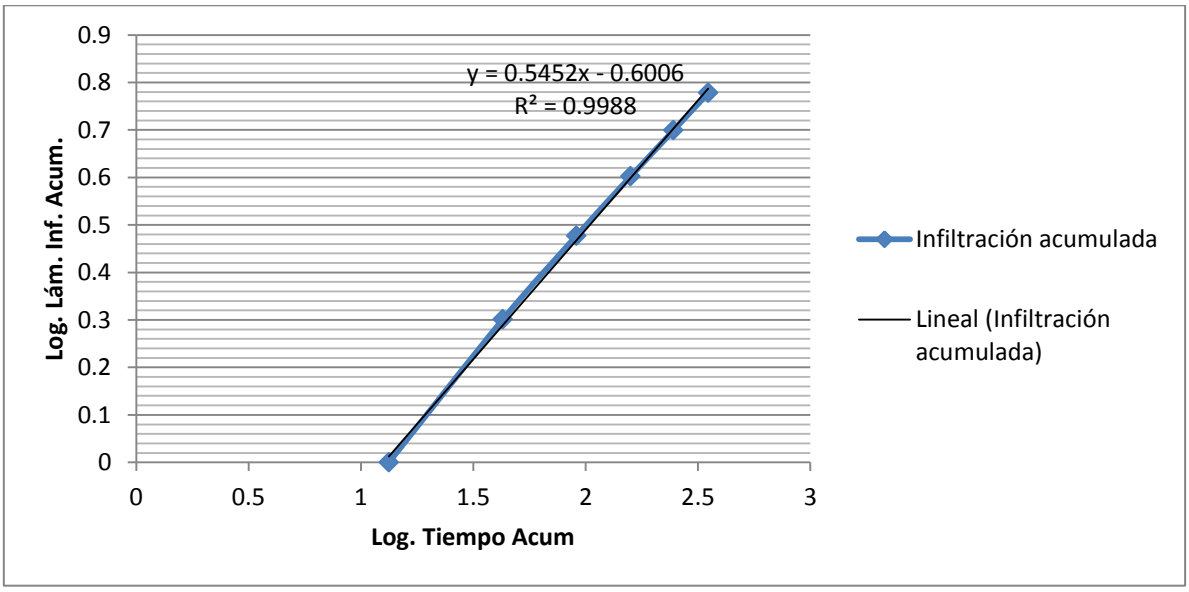


Figura IV. 52. Línea Infiltración Acumulada; Punto 3.

Pendiente de b = 0.545

Intercepto: log a = -0.600; entonces a = 0.2218

Aplicando la ecuación de Kostiakov:

t min	Velocidad de Infiltración cm/hr
13.31	0.909156362
29.47	1.717859999
48.19	2.591558746
67.42	3.506010161
87.42	4.454903437
105.54	5.412399171

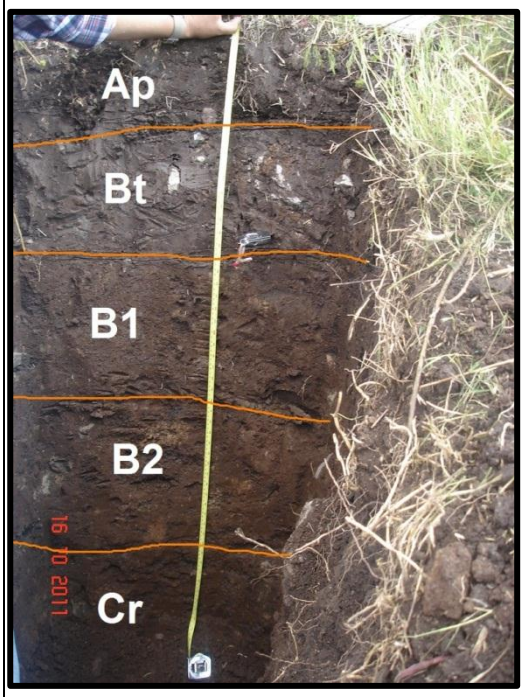
Velocidad de infiltración promedio 6.8 mm/hr

La una velocidad de infiltración es media, debido a que las texturas a lo largo del perfil contienen una gran cantidad de arcillas lo que dificulta el movimiento del agua. En la parte superficial hay acumulación de materia orgánica y estructuras de bloques angulares; estas dos propiedades mejoran la infiltración del agua. El último horizonte del perfil descrito tiene una textura arcillosa, se trata de un horizonte enterrado. Por lo cual es posible que en esta zona existan encharcamientos, por la variación en la composición del perfil del suelo.

Punto No. 4

Ubicado aproximadamente a 400 metros Sur de la Avenida Camelinas. El relieve es ladera con pendiente mayor al 100%. El material que da origen al suelo son sedimentos aluviales y basaltos acarreados por el agua y la gravedad. La vegetación natural fue desplazada para el cultivo y el desarrollo de pastos.

Coordenadas geográficas UTM: Zona 14; X= 274 413; Y= 2 177 810.

Perfil	Horizonte genético	Descripción.
	Ap	Profundidad de 0-20 cm Color en húmedo 10YR 3/2; pH 5.01; Textura arcillosa; Estructura granular; Consistencia en seco friable, en mojado ligeramente plástico y pegajoso; Reacción al HCl nula (sin presencia de carbonatos); Reacción al H_2O_2 media (materia orgánica 2-4%); Presencia abundante de raíces finas, medias y gruesas; Poros medios y finos muchos; Limite entre horizontes claro y liso. Permeabilidad alta.
	Bt	Profundidad de 20-47 cm Color en húmedo 10YR 2/2; pH 6.02; Textura arcillosa; Estructura de bloques angulares; Consistencia en húmedo ligeramente firme, en mojado poco plástico y pegajoso; Reacción al HCl nula; Reacción al H_2O_2 muy baja (materia orgánica <0.5%); Raíces pocas medias y gruesas; Poros comunes finos y medios. Límite entre horizontes claro y liso. Permeabilidad baja.
	B1	Profundidad de 47-76 cm Color en húmedo 10YR 3/4; pH 6.06; Textura franco arcillo arenosa; Estructura granular; Consistencia en húmedo ligeramente firme, en mojado pegajoso y ligeramente plástico; Reacción nula al HCl; Reacción al H_2O_2 alta (materia orgánica >4%). Raíces pocas y finas; Poros comunes finos. Límite entre horizontes claro y liso. Permeabilidad media.

Perfil	Horizonte genético	Descripción.
	B2	Profundidad de 76-110 cm— Color en húmedo 10YR 2/2; pH 5.84; Textura franco arcillo arenosa; Estructura granular; Consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajoso y plástico; Sin reacción al HCl; Reacción al H_2O_2 baja; Sin presencia de raíces; Poros muchos grandes y medios; Permeabilidad media. Presencia de fragmentos de roca que dificultan el desarrollo de las raíces.
	Cr	Profundidad de 110 cm--- Color en húmedo 10YR 3/4; Textura franco arenosa; Estructura granular; Consistencia en húmedo friable y en húmedo no plástico y ligeramente pegajoso; Reacción nula al HCl (sin presencia de carbonatos), Sin reacción al H_2O_2 (no hay materia orgánica); Raíces pocas y finas; Poros pocos y finos. Permeabilidad alta. Presencia de fragmentos de roca que dificultan el desarrollo de las raíces.
Clasificación Soil Taxonomy:		Vertisol
Clasificación Leyenda de suelo de la FAO:		Vertisol

Cálculo de la infiltración

tiempo (min)	Tiempo acumulado. (min)	Longitud acumulada	Lámina. Infiltrada. (cm)	Lamina de infiltración acumulada. (cm)	Logitud de lámina infiltrada acumulada
0	0		0	0	
0.28	0.28	-0.552841969	1	1	0
0.55	0.83	-0.080921908	1	2	0.301029996
1.15	1.98	0.29666519	1	3	0.477121255
1.39	3.37	0.527629901	1	4	0.602059991
2.05	5.42	0.733999287	1	5	0.698970004
2.39	7.81	0.892651034	1	6	0.77815125
3.18	10.99	1.040997692	1	7	0.84509804
3.51	14.5	1.161368002	1	8	0.903089987
4.39	18.89	1.276231958	1	9	0.954242509
5.2	24.09	1.3818368	1	10	1
6.11	30.2	1.480006943	1	11	1.041392685
7.03	37.23	1.570893036	1	12	1.079181246
7.36	44.59	1.649237472	1	13	1.113943352
8.17	52.76	1.722304787	1	14	1.146128036

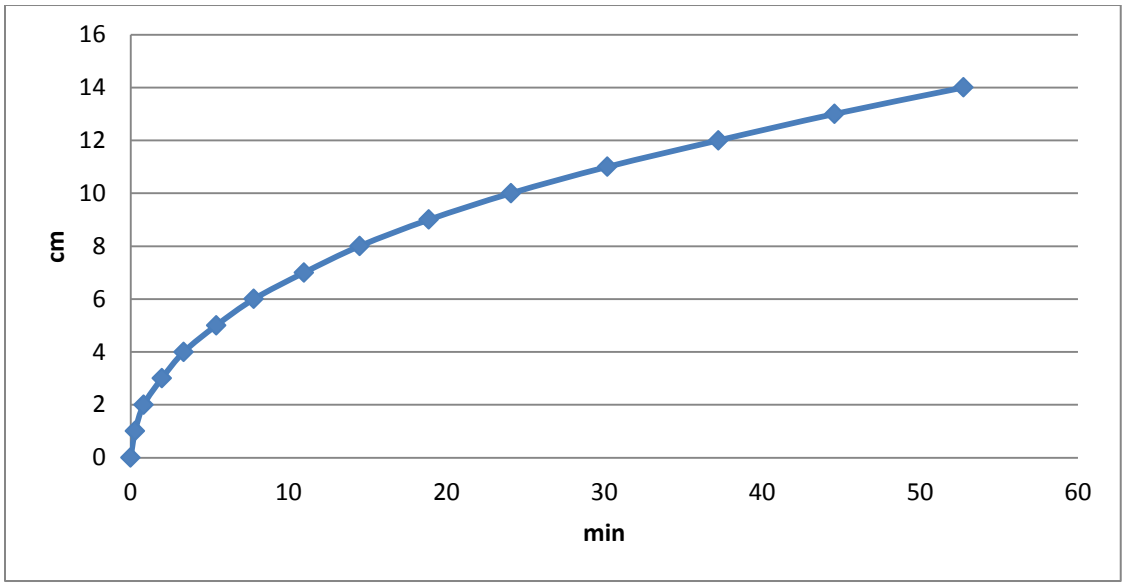


Figura IV. 53. Infiltración Acumulada; Punto 4.

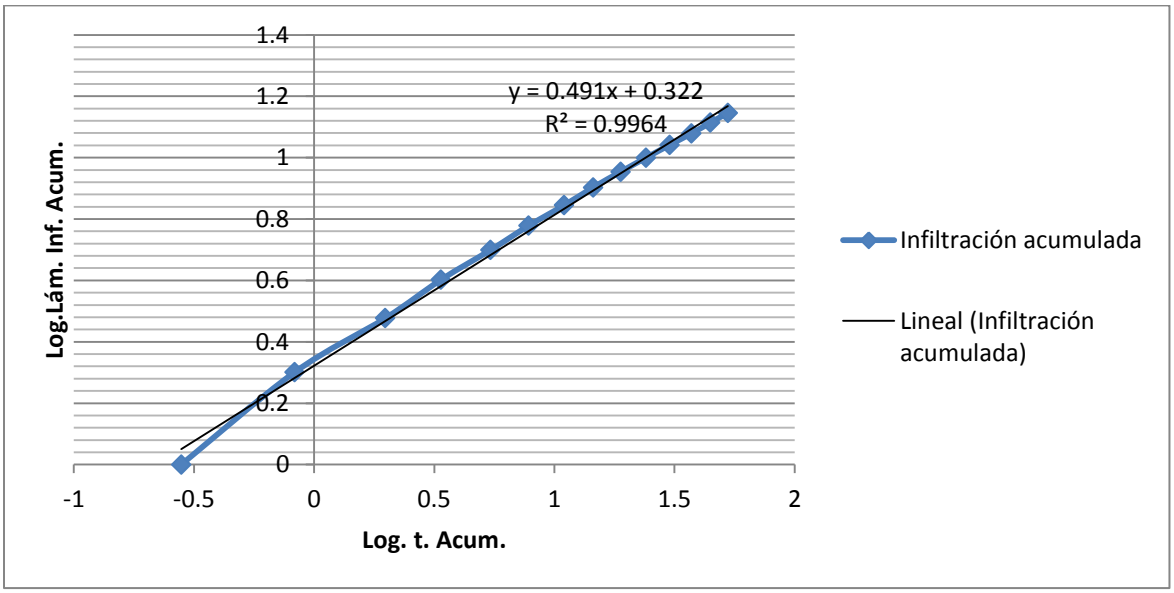


Figura IV. 54.Linea Infiltración Acumulada; Punto 4.

Pendiente de b = 0.491

Intercepto: log a = -0.322; entonces a = 0.4921

Aplicando la ecuación de Kostiakov:

t min	Velocidad de infiltración cm/hr
0	0
0.28	0.263395262
0.55	0.449076892
1.15	0.688202068
1.39	0.89355162
2.05	1.128358266
2.39	1.350034984
3.18	1.596552602
3.51	1.829300504
4.39	2.082971157
5.2	2.347119674
6.11	2.622628486
7.03	2.906443239
7.36	3.175623184
8.17	3.449093879

Velocidad de infiltración promedio: 5.2 mm/hr

La infiltración en este punto es baja, el alto porcentaje de arcillas hace lenta la circulación del agua en el suelo, la presencia de raíces, y de materia orgánica; junto con una estructura granular; en la parte superior hace que inicialmente la infiltración sea muy rápida. Al pasar el agua a horizontes inferiores se vuelve más lenta, al disminuir la presencia de materia orgánica y de raíces. Es posible que se detenga el movimiento de agua verticalmente y ocurra la presencia de encharcamientos o escurrimientos laterales, dependiendo de la intensidad de lluvia que se presente.

Respecto a lo descrito anteriormente en la zona del proyecto se detectaron 4 tipos de suelo, *Vertisoles, Rankers, Litosoles* y *Feozem,* la distribución espacial de estos se muestra en la siguiente imagen.



Litosol



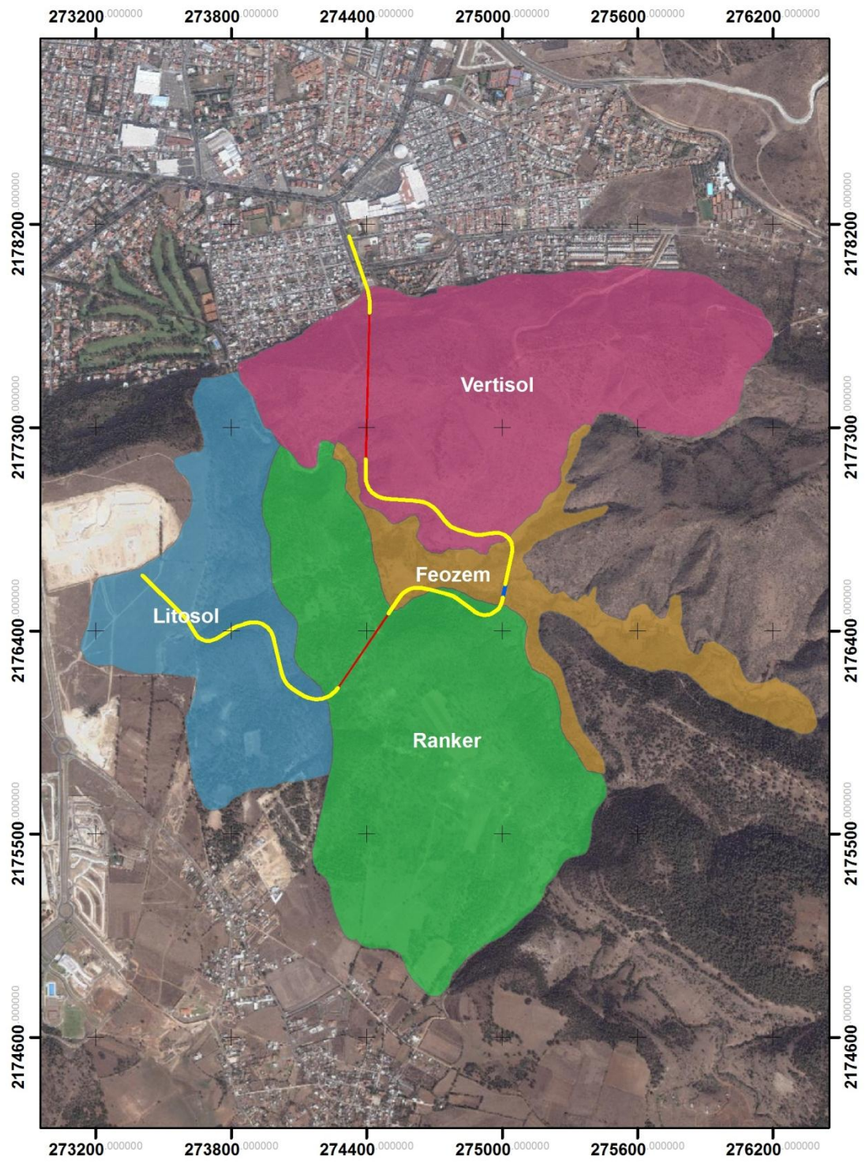
Ranker



Feozem



Vertisol



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

sega
Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

Simbología

- Segunda Etapa Libramiento Sur
- Puente
- Túnel

Tipo de Suelo

- Feozem
- Litosol
- Ranker
- Vertisol

N

Proyección UTM Zona 14 N
Datum WGS84

0 0.2 0.4 0.8
Km

Macrolocalización



Tipo de Suelo por Afectación del Proyecto

Figura IV. 55. Tipo de suelo y velocidad de infiltración en el SAR del proyecto.

La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto, Si una gran parte de los poros del suelo ya se encuentran saturados, la capacidad de infiltración será menor que si la humedad del suelo es relativamente baja. Si los poros del suelo en las camadas superiores del mismo ya se encuentran saturados, la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores.

De lo anterior se tiene que los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, se obtuvo que la velocidad y capacidad de infiltración fue determinada principalmente por el contenido de arcilla que presentaron los suelos, esto arroja que el *Vertisol* y el *Feozem* tienen una capacidad de infiltración de media a baja, por el alto contenido de arcillas que presentaron, el *Litosol* (junto con el *Ranker*, presentan características similares) es el que presenta la mayor capacidad de infiltración, ya que presenta una gran cantidad de arenas en su estructura y esto facilita el movimiento vertical del agua, a pesar de ser un suelo de ser un suelo poco profundo (12 cm de profundidad), pero que el material parental que lo forma presenta alto de grado de fracturación, facilitando la infiltración.

La velocidad de infiltración promedio para cada sitio de muestreo se presenta en la siguiente imagen.

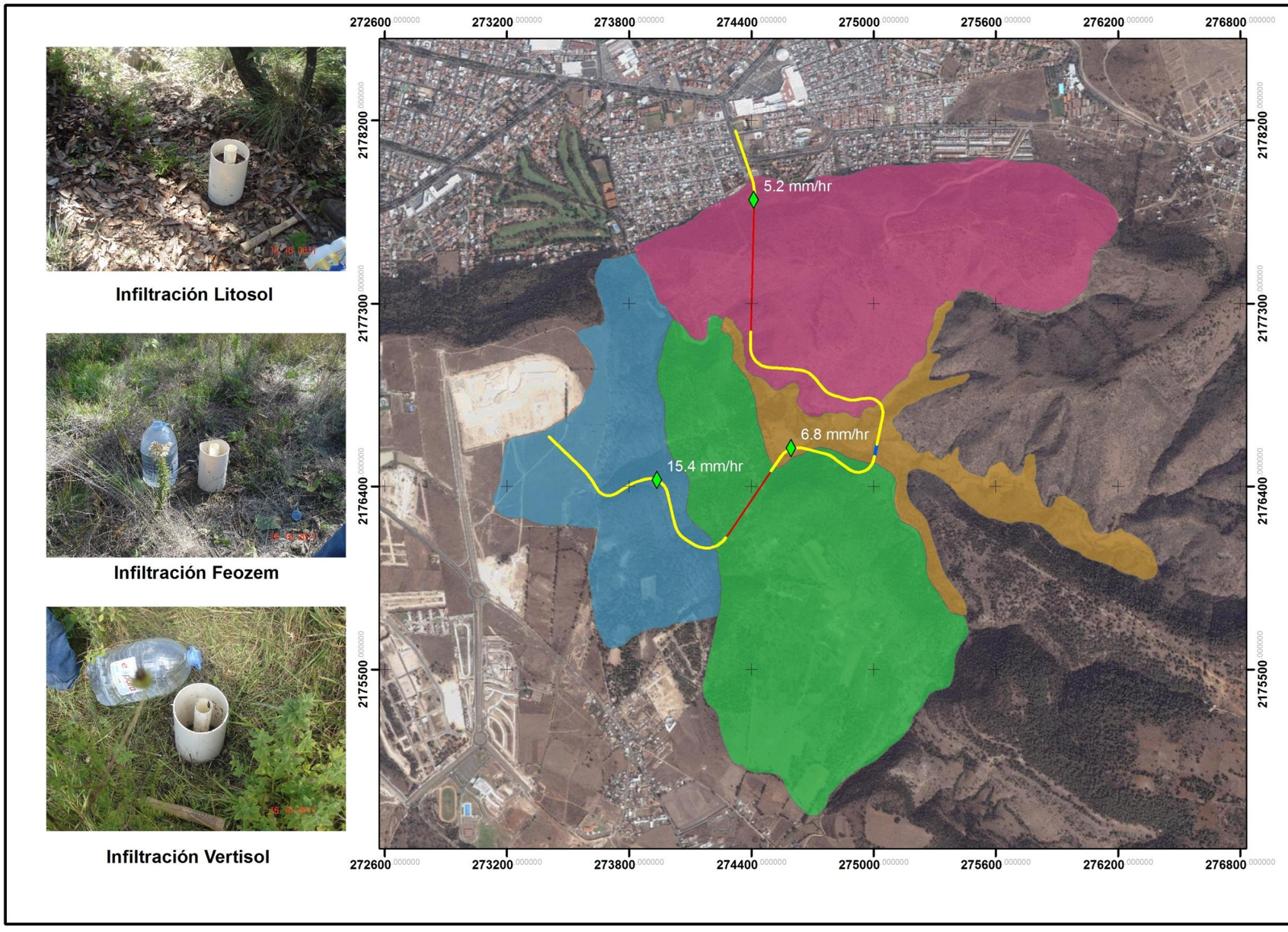


Figura IV. 56. Velocidad de infiltración por unidad edáfica.

IV.2.1.5.4. Conclusiones.

El trayecto por cual se pretende la construcción del proyecto **"Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo"** se puede dividir de manera general en tres grandes zonas.

Del Km 0+200 al Km 1+900 se encuentran dos tipos de suelo que presentan características similares *Litoso*l y *Ranker* , estos suelos son poco desarrollados, con texturas medias y gruesas, poco profundos, con mucha pedregosidad presentándose inclusive afloramientos del lecho rocoso, contenidos medios y altos de materia orgánica en la parte superficial del suelo. A lo largo del perfil la permeabilidad es media. La velocidad de infiltración se puede considerar de media a alta, dependiendo de la profundidad del suelo y la cercanía del lecho rocoso. En las partes que sean revestidas por asfalto la capacidad de infiltración del agua disminuirá de forma directa, pero debido que al ser los suelos poco profundos y con altas pendientes, por lo que se tienen movimientos horizontales del agua, lo que reduce la intensidad del impacto.

Del Km 1+900 al Km 2+700 corresponde a suelos de las partes bajas, los cuales se formaron a partir de sedimentos coluviales, hay presencia de fragmentos de rocas (diámetro mayor de 30 cm) que dificultan el desarrollo de la raíz de cualquier planta con un sistema radical más profundo de 30 cm. La permeabilidad del suelo es media, por el alto contenido de materia orgánica en la parte superficial del perfil, la infiltración del agua es rápida en un inicio, volviéndose un más lenta al pasar el agua por los horizontes más profundos con altos contenidos de arcilla y menos materia orgánica. Sin embargo, al tratarse de una zona de partes bajas, probablemente se presenten encharcamientos que después paulatinamente irán descendiendo. **La capacidad de infiltración no será impactada de manera**

significativa ya que dada las condiciones de los suelos el movimiento vertical del agua es lento y provoca encharcamientos.

Del Km 2+700 al Km 4+463 se presentan suelos de tipo vertisoles, estos suelos están formados a partir de material basáltico, presenta altos contenidos de arcillas expandibles, alto contenido de materia orgánica en la parte superficial, estructuras granulares y de bloques angulares. En esta zona la velocidad de infiltración en un inicio es muy rápida, por la acumulación de materia orgánica, volviéndose bastante lenta conforme el agua avanza a horizontes más profundos con menos materia orgánica y más arcilla. Gran parte de este tramo corresponde una zona donde se pretende la construcción de un túnel por lo cual el impacto sobre la capacidad de infiltración del agua de lluvia se ve disminuido a este factor.

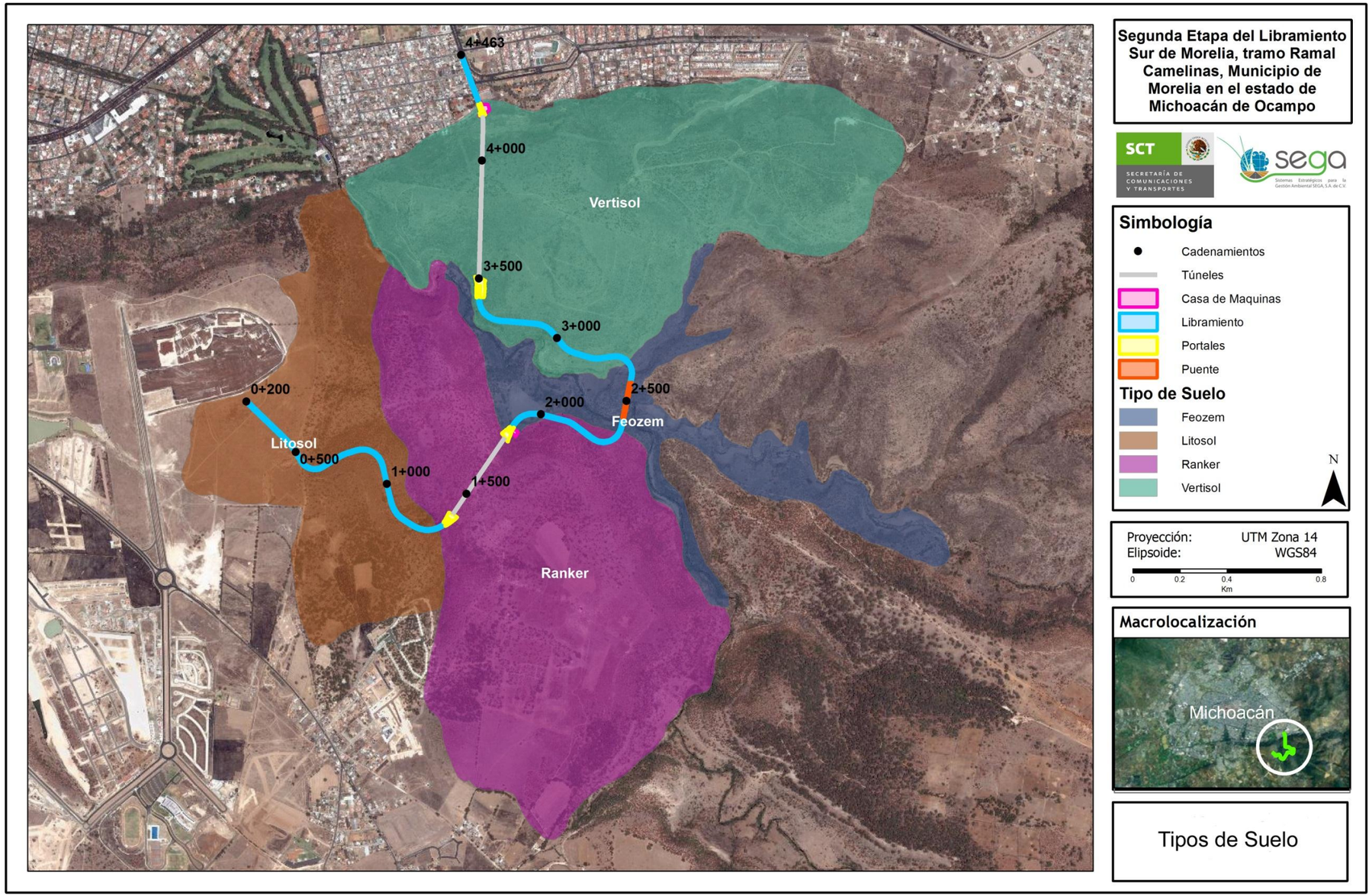


Figura IV. 57. Cadenamientos y tipos de suelo en el SAR.

IV.2.1.5.5. Grado de erosión del suelo

El suelo es considerado un recurso natural frágil y no renovable, debido a que resulta difícil y costoso recuperarlo o, incluso, mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado por las fuerzas abrasivas del agua y el viento o deteriorado física o químicamente. El suelo realiza un gran número de funciones clave tanto ambientales como económicas, sociales y culturales que son esenciales para la vida.

Es indispensable para la producción de alimentos y el crecimiento vegetal, almacena minerales, materia orgánica, agua y otras sustancias químicas y participa en su transformación; sirve de filtro natural para las aguas subterráneas; es hábitat de una gran cantidad de organismos; proporciona materias primas para la construcción (arcilla, arenas, minerales, etc.) y es un elemento del paisaje y del patrimonio cultural.

La degradación del suelo es la pérdida de la productividad actual o potencial, y de su utilidad como resultado de factores naturales (clima, vegetación, material parental e hidrología) o antropogénicos (densidad de población, uso de la tierra, desarrollo de carreteras, causes de agua y complejos industriales). Esta degradación se refiere a la disminución de la capacidad inherente del suelo para producir bienes económicos y realizar funciones ecológicas, y es el resultado neto de procesos dinámicos degradativos y restaurativos del suelo, regulados por factores naturales y antropogénicos.

La erosión del suelo es una importante causa de degradación del ambiente. Este fenómeno trae consigo la disminución de la productividad de los suelos, efectos fuera de sitio y otros problemas socioeconómicos, que en conjunto contribuyen a que el nivel de vida de la población rural sea muy bajo.

Los principales procesos causales de la degradación de los suelos en México son la degradación química, la erosión hídrica y la eólica, responsables en conjunto del 87% de la superficie afectada, con 34.9, 23 y 18.5 millones de hectáreas, respectivamente, siendo erosión hídrica la de mayor presencia en la región donde se localiza el SAR.

La erosión hídrica es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

Este tipo de erosión presenta dos modalidades, la primera con pérdida de la capa superficial, que ocurre cuando el agua fluye en forma más o menos homogénea por una zona arrastrando la capa superior del suelo– que es la que contiene más nutrientes y materia orgánica -, reduciendo su fertilidad. La segunda se presenta cuando el flujo del agua se concentra en un cauce donde la erosión es más rápida, de modo que va abriendo una zanja cada vez más profunda, conocida como “cárcava”, en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno. Las zonas afectadas por erosión hídrica alcanzan el 11.8% del territorio nacional. Este tipo de erosión tiene lugar sobre todo en las zonas montañosas.

Los estados que presentan una mayor proporción de su superficie afectada por este tipo de erosión son: Guerrero (31.5%), Michoacán (26.5%) y el Estado de México (24.7%).

Tabla IV. 20. Erosión hídrica del Estado de Michoacán hasta el 2002.

Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
Superficie (Ha)	Porción (%)	Superficie (Ha)	Porción (%)	Superficie (Ha)	Porción (%)
245,194	4.20	1,303,496	22.34	1,548,691	26.54

Tabla IV. 21. Erosión eólica del estado de Michoacán hasta el 2002.

Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
Superficie (Ha)	Porción (%)	Superficie (Ha)	Porción (%)	Superficie (Ha)	Porción (%)
0	0	187,491	3.21	187,491	3.21

En el 2002, la SEMARNAT comisionó también la realización de una Evaluación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica y Eólica en la República Mexicana (escala 1:1 000 000), con objeto de identificar los riesgos de erosión, y su magnitud, en el país. Para estimar la erosión potencial se utilizaron dos ecuaciones propuestas por la FAO: la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation, por sus siglas en inglés) para la erosión hídrica y la ecuación de erosión eólica WEE (Wind Erosion Equation, por sus siglas en inglés), obteniéndose para el Estado de Michoacán los siguientes resultados.

Tabla IV. 22. Erosión hídrica potencial de suelos para el Estado de Michoacán.

Sin erosión aparente	Con erosión hídrica potencial				
	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa	Total
1,796 Ha (30.66 %)	858 Ha (14.65 %)	1,996 Ha (34.07 %)	893 Ha (15.24 %)	315 Ha (5.37 %)	4,062 Ha (69.34 %)

Tabla IV. 23. Erosión eólica potencial de suelos para el Estado de Michoacán.

Sin erosión aparente	Con erosión eólica potencial				
	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa	Total
493 Ha (8.41 %)	626 Ha (10.68 %)	2.677 Ha (45.69 %)	1,855 Ha (32.17 %)	178 Ha (3.05 %)	5366 Ha (91.59 %)

Método para la Determinación de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica en el SAR

No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del SAR, sin embargo, la información con la que se cuenta sobre los tipos de suelo, pendiente y precipitación media anual fueron incorporadas como variables para realizar en esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, un modelo con base en la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) y representadas gráficamente en un Sistema de información geográfica.

De acuerdo con Mannaerts (1999), el RUSLE puede ser usado apropiadamente para:

- Predecir pérdida de suelo promedio a largo plazo de condiciones de campo específicas, usando un sistema específico de manejo.
- Para predecir erosión entre surcos y en surcos, en pastos, cultivos y sitios en construcción.
- La pérdida de suelo calculado por el modelo, es la cantidad de sedimento perdido por el perfil, no la cantidad de sedimento que deja la cuenca o el terreno.
- El perfil del paisaje es definido por una longitud de la pendiente, la cual es la longitud del origen del flujo superficial hasta el punto donde el flujo

alcanza una mayor concentración o una mayor área de deposición como en las pendientes cóncavas y cerca de los límites del terreno.

- Para estimar las tasas de erosión que son removidas del suelo, de partes críticas del paisaje y que guían a la elección de las prácticas de control de la erosión hasta un nivel de pérdida de suelo tolerable.

La ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) tiene la siguiente expresión matemática (Mannaerts 1999):

$$A = R*K*LS*C$$

A = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]

R = Factor erosividad de las lluvias en [MJ/ha*mm/hr]

K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha.MJ*ha/mm*hr]

LS= Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional

El método para determinar la pérdida de suelo en el SAR, aplicada en el presente ejercicio, requirió de la preparación de los cuatro mapas intermedios (uno por cada factor) que se mencionan a continuación, mismos que fueron multiplicados mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS), para obtener un mapa final de las áreas potenciales de riesgo de erosión hídrica (Figura IV.48).

- Factor R: Mapa de erosividad de las lluvias.
- Factor K: Mapa de erodabilidad del suelo
- Factor LS: Mapa topográfico

- Factor C: Mapa de uso de suelo y vegetación.

Factor R

Es el potencial erosivo de la lluvia que afecta el proceso de erosión del suelo. La erosión por gotas de lluvia incrementa con la intensidad de la lluvia. Una suave y prolongada lluvia puede tener la misma energía total que una lluvia de corta duración y más intensa.

El Factor R se calcula con la siguiente fórmula:

$$R= 3.4880P-0.00088P^2$$

Dónde:

R= Factor R

P= Precipitación media anual.

Posteriormente se generó un mapa vectorial del factor mediante un GIS.

Factor K

Es una compleja propiedad que se la entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración. El Factor K se calcula tomando en cuenta el tipo de suelo y su textura, como se muestra en la siguiente Tabla, a partir de los cual se genera un mapa vectorial.

Reclasificación para el cálculo del factor R.

ORDEN	TEXTURA*			ORDEN	TEXTURA		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
A	0.026	0.040	0.013	Io	0.026	0.040	0.013
Af	0.013	0.020	0.007	Ip	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.030	0.013	Iv	0.053	0.079	0.026
Ab	0.013	0.020	0.007	M(g,a)	0.026	0.040	0.013
Ao	0.026	0.040	0.013	N(d,e,b)	0.013	0.020	0.007
Ap	0.053	0.079	0.026	O(d,e,x)	0.013	0.020	0.007
B	0.026	0.040	0.013	P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.040	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.040	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
Be	0.026	0.040	0.013	Ph	0.026	0.079	0.013
Bf	0.026	0.020	0.007	Pl	0.026	0.040	0.013
Bg	0.026	0.040	0.013	Po	0.053	0.040	0.026
Bh	0.013	0.020	0.007	Pp	0.053	0.079	0.026
Bk	0.023	0.040	0.013	Q(a,c,f,l)	0.013	0.079	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026	R	0.026	0.020	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026	Re	0.026	0.040	0.013

ORDEN	TEXTURA*			ORDEN	TEXTURA		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
C(g,h,b,l)	0.013	0.020	0.007	Rc	0.013	0.040	0.013
D(d,e,g)	0.053	0.079	0.026	Rd	0.026	0.020	0.007
E	0.013	0.020	0.007	Rx	0.053	0.040	0.026
F(a,b,o,p,r)	0.013	0.020	0.007	S	0.053	0.079	0.026
G	0.026	0.040	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.020	0.007	Sm	0.026	0.079	0.013
Gd	0.026	0.040	0.013	So	0.053	0.040	0.026
Ge	0.026	0.040	0.013	I	0.026	0.079	0.013
Gh	0.013	0.020	0.007	Ih	0.013	0.040	0.007
Gm	0.013	0.020	0.007	Im	0.013	0.020	0.007
Gp	0.053	0.079	0.026	Io	0.026	0.020	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026	Iv	0.026	0.040	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026	U	0.013	0.040	0.007
H(c,g,h,l)	0.013	0.020	0.007	V(c,p)	0.053	0.020	0.026
I	0.013	0.020	0.007	W	0.053	0.079	0.026
J	0.026	0.040	0.013	Wd	0.053	0.079	0.026
Jc	0.013	0.020	0.007	We	0.053	0.079	0.026

ORDEN	TEXTURA*			ORDEN	TEXTURA		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
Jd	0.026	0.040	0.013	Wh	0.026	0.079	0.013
Je	0.026	0.040	0.013	Wm	0.026	0.040	0.013
Jt	0.053	0.079	0.026	W	0.053	0.040	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	0.026	0.040	0.013	X(b,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.040	0.013	Y(h,k,l,y,t)	0.053	0.079	0.026
L	0.053	0.079	0.026	Z	0.026	0.040	0.013
Lc	0.026	0.040	0.013	Zg	0.026	0.040	0.013
Lf	0.013	0.020	0.007	Zm	0.013	0.020	0.007
Lg	0.026	0.040	0.013	Zc	0.026	0.040	0.013
lk	0.026	0.040	0.013	Zt	0.053	0.079	0.026

Factor LS

El factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

Para calcular LS se empleó el modelo digital de elevación del terreno de INEGI y mediante un procesamiento en el GIS se genera un mapa de pendientes.

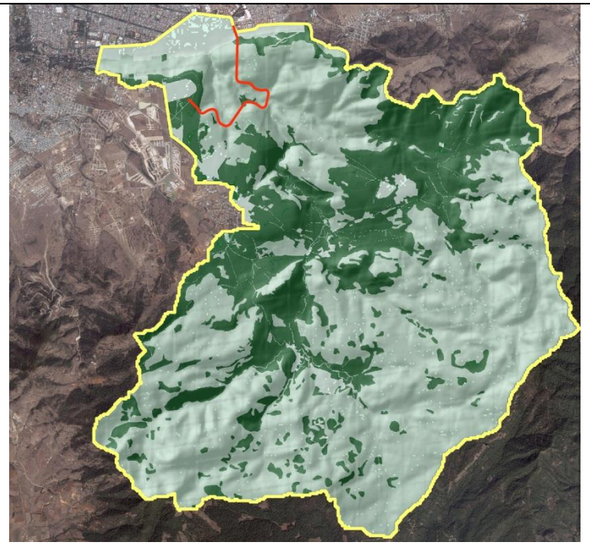
Factor C

El factor C es usado para reflejar el efecto del uso de suelo y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo.

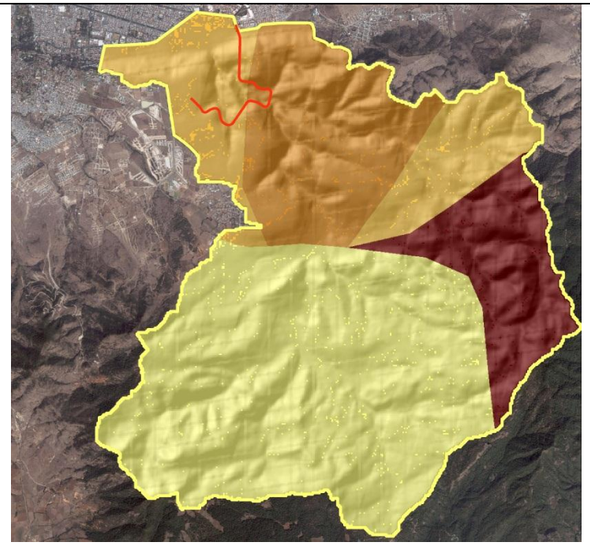
El Factor C se calcula tomando en cuenta valores del uso de suelo, como se muestra en la siguiente Tabla, a partir de la cual se genera un mapa vectorial para este factor.

Uso de suelo y vegetación	Causo
Zonas agropecuarias	0.80
Terreno baldío, matorral rosetófilo y crassicaule, zacatonal, zona lotificada sin construcciones, zonas sin vegetación aparente.	0.15
Zona inundable, vegetación secundaria, pastizal	0.12
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) perturbado, bosque de pino perturbado, bosque de pino-oyamel (incluye oyamel-pino) perturbado, bosque de encino perturbado, bosque de oyamel perturbado, bosque mesófilo de montaña perturbado.	0.11
Bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), bosque pino-encino (incluye encino- pino), bosque de pino, bosque mesófilo de montaña	0.10
Vialidad, basurero, cuerpo de agua, infraestructura, asentamiento humano, canal o estanque.	0

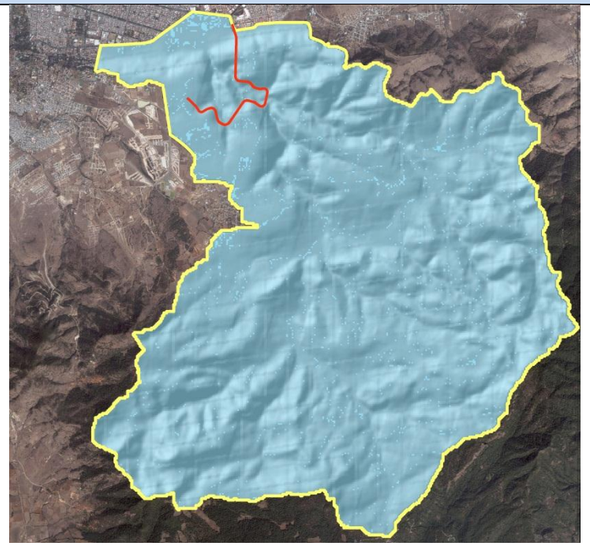
Finalmente mediante una multiplicación de los cuatro mapas resultantes (Figura IV.58) mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS), se obtiene una representación gráfica que presenta las áreas de mayor presión por erosión hídrica en el sistema (Figura IV.59).



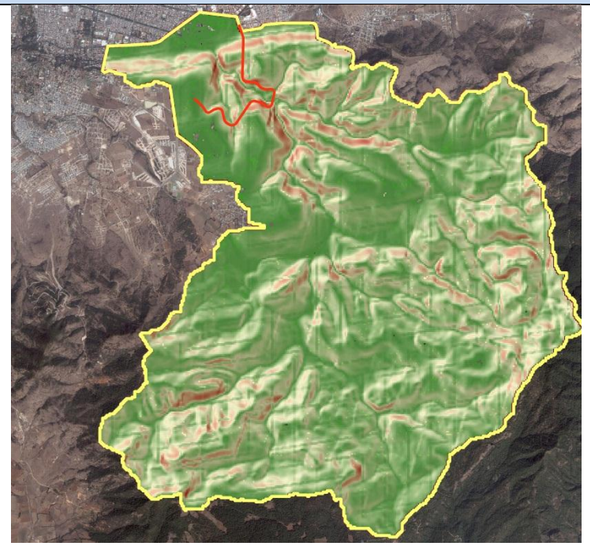
Factor C



Factor K



Factor R



Factor S

Rangos utilizados en esta clasificación	
ALTO	El rango equivale a una pérdida de suelo mayor a las 200 ton/ha/año
MEDIO	El rango equivale a una pérdida de suelo entre las 51 y 200 ton/ha/año
BAJO:	El rango equivale a una pérdida de suelo entre 11 y 50 ton/ha/año
NULO:	El rango equivale a una pérdida de menos de 10 ton/ha/año

Figura IV. 58. Método para la Determinación de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica de acuerdo al método de RUSLE.

De acuerdo con el ejercicio realizado en esta MIA-R para evaluar el grado de erosión hídrica del suelo en el SAR delimitado, se observa que prácticamente todo el Sistema se encuentra en riesgo de pérdida de suelo en un rango medio y alto, con excepción de las áreas poco elevadas, en donde la pérdida disminuye hasta un rango menor a 10 ton/ha/año.

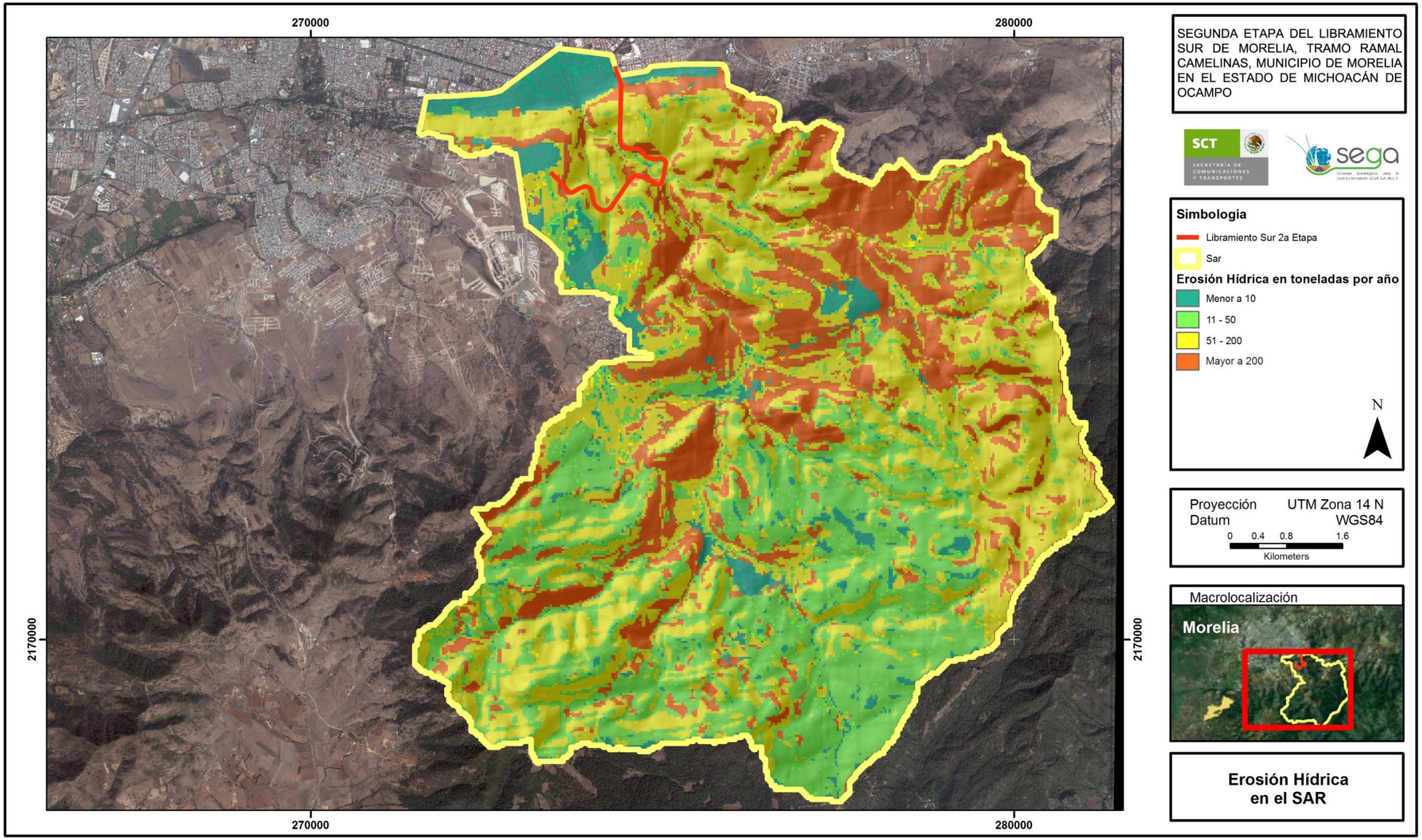


Figura IV. 59. Erosión hídrica del SAR.

IV.2.1.5. HIDROGRAFÍA

La Hidrografía es una rama de las ciencias aplicadas que trata sobre el estudio de todas las masas de agua de la Tierra (tanto marinas como continentales); en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre un mapa, o sobre una carta hidrográfica. Su objeto de estudio son los ríos, lagos, aguas subterráneas, glaciares y mares.

Los recursos hidrológicos superficiales en el Estado de Michoacán son abundantes y son los que más se aprovechan, ya que los subterráneos aún se encuentran en una etapa de explotación. Sin embargo, en algunas sierras afloran los acuíferos subterráneos en forma de manantiales, estos se integran a escurrimientos superficiales que son canalizados hacia las zonas de riego o de uso doméstico.

IV.2.1.5.1. Regiones hidrográficas

Son el área territorial conformada en función de sus características orográficas e hidrográficas, con el fin de agrupar la información hidrográfica y de calidad de agua. A su vez, es la agrupación de varias cuencas hidrográficas con niveles de escurrimiento superficial muy similares.

En la hidrografía que presenta el Estado de Michoacán se encuentran áreas que forman parte de seis regiones hidrológicas y estas a la vez se dividen en diez y siete subregiones.

IV.2.1.5.2. Subregiones hidrográficas

Es el área total que vierte sus aguas de escorrentía a un único río, aguas que dependen de las características de la alimentación. Son reconocidas como la unidad territorial más adecuada para la gestión de los recursos hídricos. Cuenta con una serie de atributos que hacen de la subregión una unidad básica a considerar en la gestión del desarrollo. La cuenca hidrográfica es una excelente unidad espacial para la planeación, por su permanencia en el tiempo y por la integralidad que le confiere a ese espacio geográfico.

Para el caso específico del proyecto, el SAR se encuentra dentro de la Región "Lerma-Chapala-Santiago". Esta región cubre una superficie aproximada de 14,818.25 km^2. La parte correspondiente al Estado de Michoacán constituye una región alta que se caracteriza por tener zonas planas y amplias, que basculan ligeramente hacia el noroeste. Estos valles se encuentran separados por elevaciones que corresponden a estructuras volcánicas, cuyas altitudes varían entre los 1,600 y 2,000 m.

Existen amplias llanuras de inundación alrededor de los principales cuerpos de agua como son los de Cuitzeo, Chapala, Pátzcuaro y otros, que confirman la reducción del nivel de las aguas; situación observada en todos los cuerpos de agua del país con una tendencia a desaparecer.

Esta región hidrológica se divide en varias cuencas hidrológicas, como son:

- Río Lerma-Toluca
- Río Lerma-Salamanca
- Río Lerma-Chapala
- Lago de Chapala
- Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria

En ésta última cuenca se ubica el SAR, y comprende una superficie de 4,269.59 km^2 en el Estado de Michoacán. El Lago de Pátzcuaro, el de Cuitzeo y La Laguna de Yuriria ligan su origen al sistema volcánico que fue afectado por fallas. Durante largos periodos de erosión las amplias depresiones han sido azolvadas, reflejándose principalmente en el Lago de Cuitzeo.

Respecto a las subcuencas el SAR está comprendido por dos de estas, Cointzio y Río Efucuaro siendo esta última la que ocupa una mayor proporción territorial dentro del SAR.

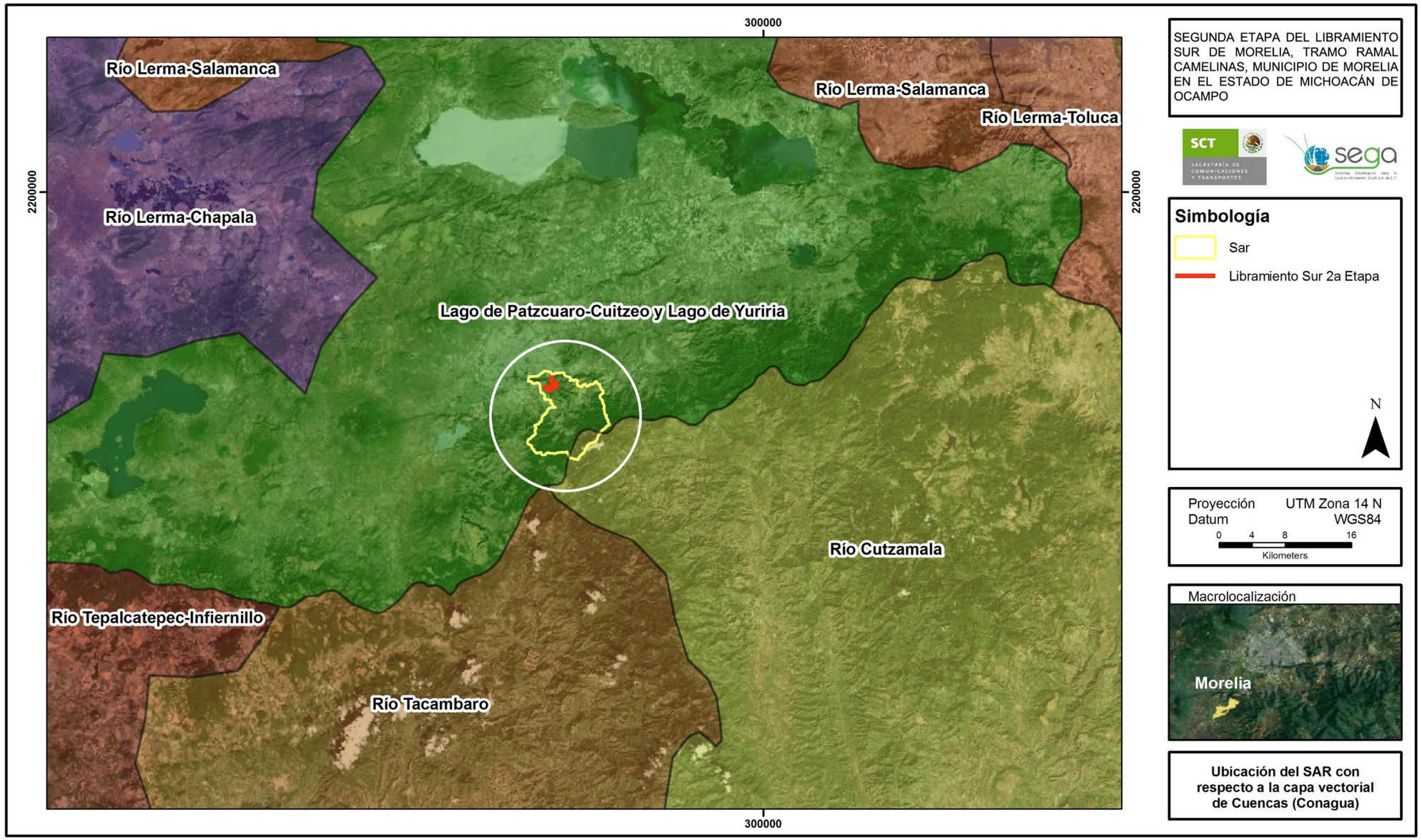


Figura IV. 60. Cuencas hidrológicas.

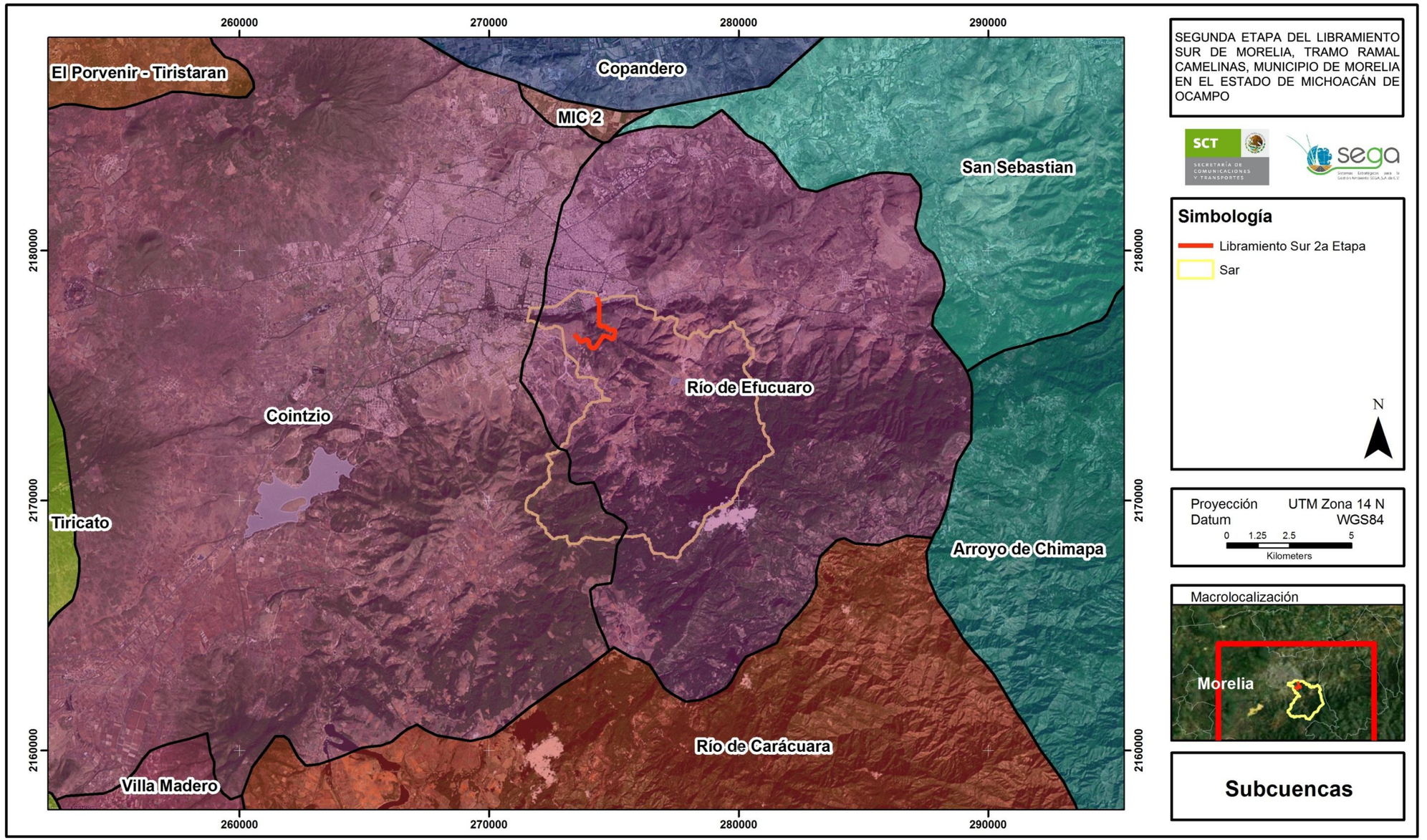


Figura IV. 61. Subcuencas hidrológicas.

IV.2.1.5.3. Condiciones actuales del agua en el Municipio de Morelia

El Municipio de Morelia posee dos importantes corrientes fluviales que son el Río Grande y el Río Chiquito. El Río Grande nace en la parte sureste de Acuitzio, tiene un trayecto de 26.0 km con rumbo norte 21º hasta Morelia. Su principal afluente es el Río Chiquito que confluye con el Río Grande en la parte oeste de la Ciudad de Morelia. El Río Grande atraviesa la Ciudad de Morelia y desemboca en el lago de Cuitzeo. Los principales escurrimientos que alimental al Río Grande son el Arroyo de Lagunillas, los arroyos de Tirio y de la Barranca de San Pedro.

La Cuenca Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria, en la cual se ubica el SAR, cuenta con una disponibilidad de recursos hídricos del orden de 755 millones de metros cúbicos, constituidos por un 68% de recursos superficiales (512 millones de metros cúbicos) y el 32% (243 millones de metros cúbicos) de recursos subterráneos.

La disponibilidad de agua, de acuerdo a la Región Hidrológica a la que pertenece el Estado de Michoacán, es de 1,900 metros cúbicos anuales por habitante por año (Comisión Nacional del Agua, 2000). Según esta Comisión, la tendencia nacional en la disponibilidad del recurso ha y seguirá variando drásticamente con el tiempo. La siguiente tabla muestra la disponibilidad del agua con el paso del tiempo.

Año	m^3/hab/año	Disponibilidad
1955	11,500	Alta
1999	4,900	Media
2025	3,500	Baja

IV.2.1.5.4. Hidrología superficial

El Río Grande de Morelia cruza la zona norponiente de la Ciudad desembocando en el Lago de Cuitzeo. Su tramo más cercano se ubica a 500 m al poniente del SAR de estudio a la altura del cruce de ferrocarril con la Avenida Madero. Este sistema procede del suroeste de la Ciudad recibiendo las aguas residuales de la Industria CRISOBA S.A., e ingresa a la Ciudad por el oeste cruzando el libramiento poniente y el Fraccionamiento Manantiales de Morelia. Así mismo se cuenta con arroyos como los de Atécuaro, del Huerto y Refugio.

Los embalses o cuerpos de agua cercanos al SAR, son la Presa de Loma Caliente ubicada a 22.0 km al suroeste de Morelia, Presa de Cointzio ubicada a 11.0 km al suroeste de la Ciudad, Presa la Mintzita ubicada a 8.0 km al suroeste de la Ciudad y Lago de Cuitzeo ubicado a 39.0 km al norte de la Ciudad.

El Arroyo Los Pirules es también otra corriente superficial de importancia y se localiza al oriente de la Ciudad de Morelia. Este nace en una pequeña cordillera formada por los cerros Coronilla Grande y el Guajolote, así como en el puerto de Venado. El Arroyo continúa al norte por la carretera Morelia-Mil Cumbres, pasando por el poblado Los Pirules hasta la compuerta cruzando la carretera Morelia-Charo y desembocando en el Río Grande a la altura de Atapaneo. Este arroyo tiene un área de cuenca de 13.3 km^2 y una longitud de 7.8 km, con un desnivel de 380 m y una pendiente de 4.8% con un flujo promedio de 7.96 m3/s. A lo largo de su trayectoria recibe afluentes que nacen entre los cerros de Punhuato y Prieto, así como de la Loma de Gallina y el Cerro Colorado.

El Arroyo Blanco descarga su agua al arroyo los Pirules antes de cruzar la carretera Morelia-Charo, este arroyo nace en el cerro del Punhuato. Su cuenca forman el Cerro Prieto y el Cerro Blanco, el área de la cuenca es de 2.8 km^2, con una longitud de 4 km y un desnivel de 380 m, con un flujo promedio de 5.15 m^3/s.

Respecto al SAR el principal cuerpo de agua que en este se encuentra es el cauce del Río Chiquito, —ubicado en la parte norte del SAR— que en su porción distal noroeste se une al Río Grande de Morelia.

El Río Chiquito era uno de los ríos más destacados en el Municipio, pero con el paso de los años ha dejado de tener aguas limpias.

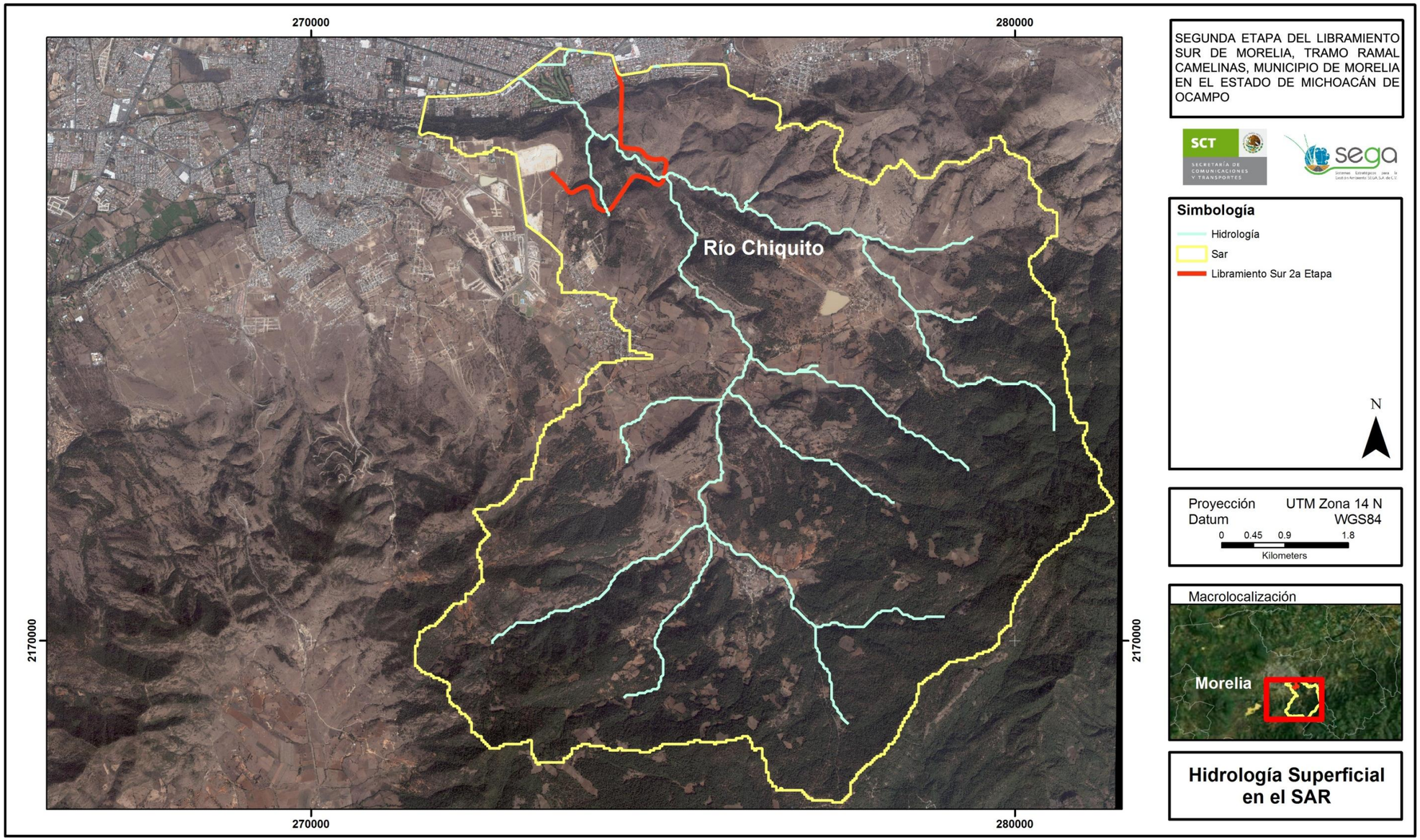


Figura IV. 62. Hidrología superficial del SAR.

IV.2.1.5.5. Hidrología subterránea

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia, el nivel estático del acuífero del Municipio se encuentra de los 12 a los 15 metros de profundidad. En el área se encuentran 62 pozos profundos en operación y el agua se emplea para suministro de agua potable. También se reportan manantiales que aportan aproximadamente 36.27Mm^3 de agua a usos como agricultura, domestico, industrial, público y servicios en el Municipio de Morelia.

Respecto a los manantiales de la Ciudad de Morelia destacan por su aprovechamiento el manantial de la Mintzita, utilizado para el abastecimiento de agua potable para importante parte de la población de la Ciudad, así como para usos industriales. También son importantes los manantiales de aguas termales que son aprovechados como balnearios, figurando Cointzio, El Ejido, El Edén y Las Garzas.

IV.2.1.5.6. Calidad del Agua

El agua es una de las fuentes más importantes para el desarrollo de las zonas urbanas, agrícolas e industriales, los cambios en su calidad y cantidad son resultado de las actividades productivas del hombre.

Por lo tanto, el crecimiento demográfico del Municipio de Morelia así como la intensificación de las actividades productivas ha ocasionado que los sistemas para el abasto de agua potable sean cada vez más escasas y la calidad de ésta sea cada vez menor.

Por siglos el ser humano ha dispuesto de la manera más simple de sus desechos, es decir, desalojando las aguas contaminadas en cuerpos de agua, cuyo destino final generalmente son los ríos y lagos, provocando un desequilibrio importante en los ecosistemas.

Con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento se han establecido normas para regular la calidad de agua residual que descargan los cuerpos de agua, esta Normas Oficiales Mexicanas son: NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003- SEMARNAT -1997 que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes. De acuerdo a esta disposición se han realizado diversos análisis de calidad de agua del agua en Morelia así como en las diferentes actividades productivas donde se ha logrado determinar 20 variables de calidad de agua. Se tiene resultados de 253 análisis que corresponden a aproximadamente en 10 giros de actividades productivas (Tabla IV.24).

Tabla IV. 24. Análisis de calidad de agua residual en la Ciudad de Morelia, Michoacán (2005-2006).

Parámetros	Central camionera	Hoteles	Hospitales	Taller mecánico	Alimentos	Educativo	Límites máximos NOM
Potencial Hidrógeno	7.34	7.49	6.97	7.59	7.71	6.78	5.5 a 10
Temperatura (ºC)	19.5	25.04	23.2	20.4	19.42	24.5	40
Conductividad (µmhos/cm)	945	546.08	339.092	631.17	1949.75	845	------
Material flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Alcalinidad Total (mg/L)	85.0	135.2		109.5	77.23		200
Dureza Total (mg/L)	240	124.0		140.0	129.33		200

Parámetros	Central camionera	Hoteles	Hospitales	Taller mecánico	Alimentos	Educativo	Límites máximos NOM
Dureza de calcio (mg/L)	30.46	35.0		21.11	5.01		---
Dureza de magnesio (mg/L)	39.83	8.83		21.20	28.35		----
Demanda química de oxígeno (mg/L)	161	225.01	330.4	573.465	3384.84	166.715	------
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	229.1	226.75	356.56	519.49	1581.1	302.5	100
Sólidos sedimentables (ml/L)	4.5	3.078	3.14	2.57	3.41	3.0	5
Grasas y aceites (mg/L)	34.97	31.98	65.74	133.72	1442.03	13.39	50
D.B.O (5) * (mg/L)	60.26	132.72	226.6	341.33	2,578.30	130.5	150
S.A.A.M.	6.65	9.58	16.87	20.05	7.79	13.15	30
Coliformes fecales (Nmp/100mL)	190,000	542,9111.3	1’048,202.4	176,825.45	3’632,059.7	2	------

IV.2.1.5.7. Usos del agua

Actualmente, en el Municipio de Morelia se suministra el servicio de agua a una población de 747,136 habitantes; cuenta con 127,587 tomas domésticas instaladas, 7,813 tomas comerciales y 187 tomas industriales. El porcentaje de consumo mayor es el doméstico con un consumo por habitante promedio de 175 L/hab/día en la zona urbana y de 146 L/hab/día en la zona rural, seguido por el comercial y clandestino con un 12%.

Las tomas clandestinas reportan un total de 75.0 L/hab/día. Se reporta una cobertura de agua potable de 87% y una eficiencia de la red de distribución de 52% (COMAPAS, 2000).

El Municipio de Morelia presenta escasez generalizada de agua y sus ríos sostienen una creciente contaminación causada principalmente por los desechos sólidos y las aguas residuales.

En cuanto a las aguas subterráneas que se explotan, se puede mencionar que una parte de la población cuenta con obras de abastecimiento para consumo humano del tipo pozo profundo, pero sin tener un control efectivo y eficiente de los volúmenes obtenidos, ni tampoco de las zonas de recarga de los acuíferos que se explotan.

Tabla IV. 25. Uso de agua de pozos en el Municipio de Morelia

Uso	Volumen (m^3) pozos	Volumen (m^3) manantiales
Agrícola	1'695,450	2'808,145.16
Domestico	122,818	488,203
Industrial	13'336,374	11'037,600
Publico-urbano	3'391,841	21'775,586.8
Servicios	359,132	265,029.92

La Ciudad de Morelia utiliza el agua para uso urbano-doméstico de las siguientes fuentes: Presa de Cointzio, Manantiales de San Miguel, Manantiales de La Minzita, Manantial El Salto y 62 Pozos profundos (OOAPAS, 2000).

El manto freático se aprovecha con 42 pozos profundos con una extracción de 30.0 Mm^3 anuales y se reporta un abatimiento de 6.0 Mm^3. El manto freático sobre el que se encuentra Morelia ha presentado un descenso de su nivel de 30.0 m en los últimos 12 años, con un abatimiento de 2.5 m al año. Los manantiales en el Municipio eran 16 originalmente, de éstos el más importante es La Mintzita de donde se toman 350-400L/s para agua potable y fábricas. El manantial La Alberquita situado en el poblado Cerrito Itzícuaro pudiera aportar 500L/s, al sureste de la Ciudad se localizan los manantiales El Salto cuyos afloramientos tienen un gasto total de 70L/s. (Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Michoacán 2000 y Foro "Cultura del Agua" COMAPAS, Gobierno del Estado de Michoacán).

IV.2.2. MEDIO BIÓTICO EN EL SAR

IV.2.2.1 Vegetación

IV.2.2.1.1. Metodología

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR), definido para el proyecto, se consideraron los siguientes pasos:

1. Revisión de información en el (SAR): utilizando el SAR que se delimitó para el proyecto **"Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo"**, se realizó una clasificación previa de los usos de suelo y/o vegetación con base en la información que reporta INEGI (2005) en este sentido.

2. Recorridos: Apoyados de GPS Garmin GPSMAP 60CSx, se realizaron recorridos por la superficie del SAR para confirmar y determinar la existencia o no de diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo (Clasificación supervisada).

3. Clasificación final: Cruzando los usos de suelo y/o vegetación que reporta INEGI para el SAR, con los recorridos de campo y apoyados en una imagen satelital de alta resolución se realizó una clasificación final de las asociaciones vegetales y los usos de suelo presentes en el SAR.

IV.2.2.1.2. Resultados

Dentro del SAR definido para el proyecto; se diferenciaron 10 unidades de uso de suelo y/o vegetación, la superficie ocupada por cada tipo de uso de suelo y su proporción correspondiente dentro del SAR se presenta en la Tabla VI.26, mientras que su ubicación espacial se presenta en la figura IV.63.

Tabla IV. 26. Superficie por uso de suelo y/o vegetación identificado y porcentaje con respecto a la superficie total del SAR.

No.	Uso de suelo y/o vegetación	Clave	Superficie (m²)	Superficie (Ha)	%
1	Bosque de pino encino	BPQ	35,377,276.93	3,537.73	52.0
2	Agropecuario	AP	21,448,838.12	2,144.88	31.5
3	Matorral subtropical	MST	3,639,450.64	363.95	5.4
4	Zona urbana	ZU	2,942,851.07	294.29	4.3
5	Bosque de encino	BQ	1,917,748.03	191.77	2.8
6	Bosque cultivado	BC	1,742,654.21	174.27	2.6
7	Caminos	C	339,406.71	33.94	0.5
8	Bosque de pino	BP	251,999.17	25.20	0.4
9	Vegetación riparia	VR	235,816.74	23.58	0.3
10	Cuerpo de agua	CA	91,142.75	9.11	0.1
Total			**67,987,184.36**	**6,798.72**	**100.0**

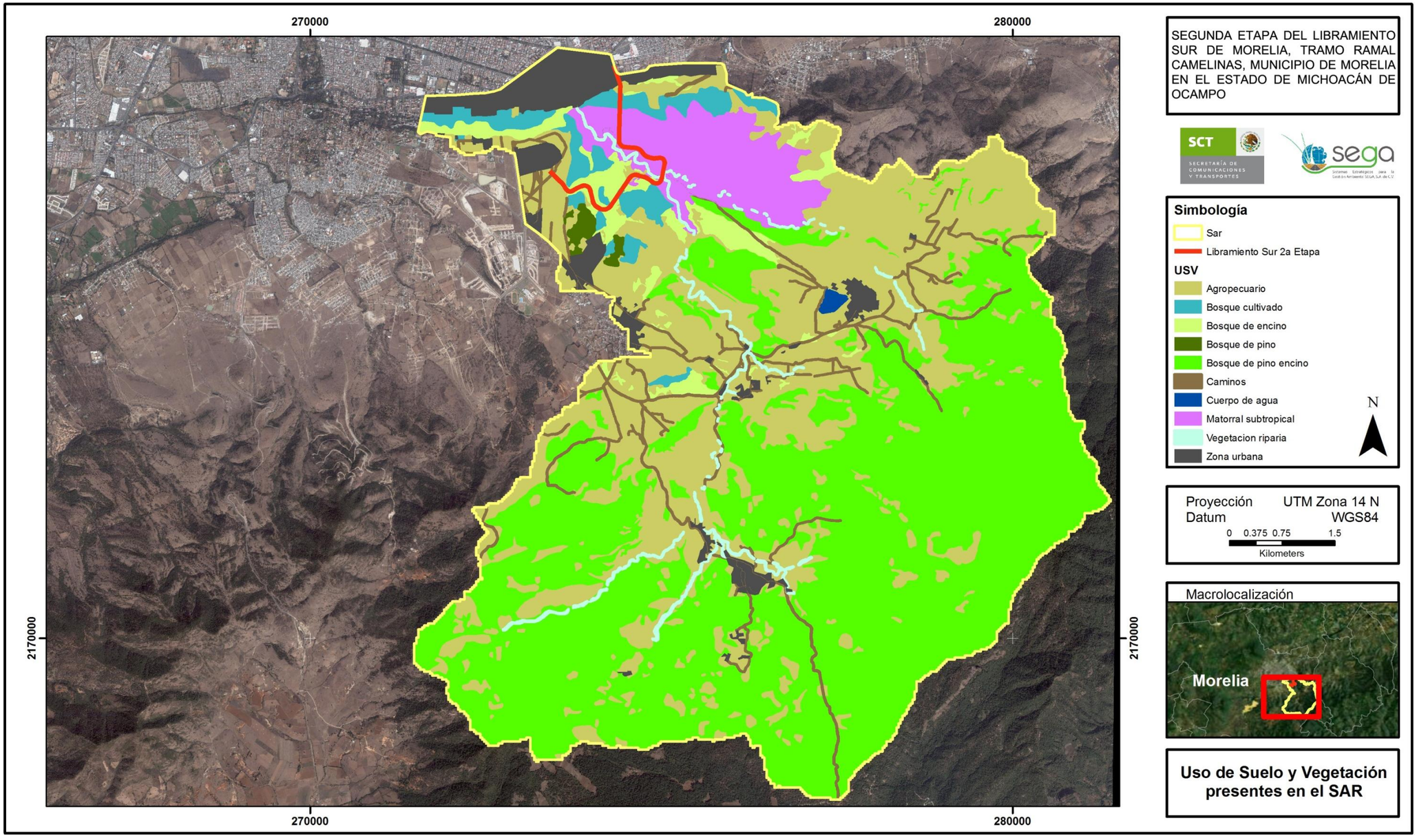


Figura IV. 63. Uso de Suelo y Vegetación en el SAR .

IV.2.2.1.3. Descripción de usos de suelo y/o vegetación

Para la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en el SAR se tomó como base lo que marca la Guía para la interpretación de cartografía específica de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2005), enriqueciéndose esta descripción con la información recabada en campo para cada uso de suelo y vegetación identificado. A continuación se presenta esta descripción, en orden de mayor a menor superficie de ocupación.

1. Bosque de pino-encino (BPQ): Un bosque se define como una vegetación arbórea de origen septentrional (holártico) principalmente de regiones de climas templado y semifrío. Por sus características ecológicas y fisonómicas, ha dado lugar a la clasificación de un gran número de tipos de vegetación. Se considera que un bosque es natural cuando depende del clima, del suelo de una región sin haber influido sensiblemente otros factores para su establecimiento. Se caracteriza por la poca variación de especies en estas comunidades. El BPQ es una comunidad de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp*) y encino (*Quercus spp*); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino-encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Al nivel del SAR es el tipo de vegetación de mayor distribución, ocurriendo en 3,537. 73 Ha (lo que representa el 52% de la superficie total del mismo. Dentro de las especies de pino que se identificaron se puede señalar a *Pinus pringlei*, *P. lawsonii* y P. *michoacana*; mientras que de las especies de encino se pueden señalar a *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. glaucoides* y *Q. crassifolia*.

2. Agropecuario (AP): Al interior del SAR existen usos de suelo catalogados como pastizales inducidos y zonas agrícolas; sin embargo, teniendo en consideración que en ciertas temporadas algunas porciones de los pastizales son utilizados para cultivo de temporal así como la distribución heterogénea de estas áreas es prácticamente imposible establecer los límites o diferencias entre unos y otros; por consiguiente estos usos de suelo se agruparon en esta categoría denominada agropecuario. Al interior del SAR se registró ocupando 2,144.88 Ha, que representan el 31.5% de la superficie total del mismo. Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes en los pastizales inducidos pueden citarse: *Paspalum Aristida, Bouteloa, Sporolobus,* entre otros; además pueden identificarse de manera aislada individuos de *Acacia farnesiana* y *A. pennatula*. Dentro de las principales especies domesticadas que se cultivan y que se identificaron durante los recorridos por el SAR se pueden señalar las siguientes: maíz, frijol y sorgo.

3. Matorral subtropical (MST): Comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia y los bosques templados (de Encino o Pino- Encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas, principalmente en el Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre del Sur. La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un periodo prolongado del año. Este tipo de matorrales generalmente se encuentran asociados a la actividad pecuaria, en el SAR no es la excepción; tal situación ha provocado su degradación y modificación de sus condiciones originales, esto se puede observar en la presencia de especies del género Acacia. Dentro del SAR este tipo de vegetación cubre 363.95 ha (lo que representa el 5.4% de la superficie total del mismo). Dentro del MST identificado en el SAR los principales componentes son: *Bursera* spp. (Copales, Papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *A. farnesiana* y *Opuntia spp.*

4. Zona urbana (ZU): Se refiere a las zonas que están ocupadas por localidades o infraestructura urbana que resultan significativas a la escala del SAR. Dentro del SAR se distribuyen varias áreas de este tipo, destacando la porción sur de la Ciudad de Morelia, ubicada al norte y noroeste del SAR; así como las poblaciones de San Miguel del Monte y San José de las Torres; ubicadas al sur y este del SAR respectivamente. Este uso de suelo se distribuye en una superficie de 294.29 ha (4.3% con respecto a la superficie total del SAR).

5. Bosque de encino (BQ). Estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 metros de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas. Las especies más comunes de estas comunidades son: encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (Q. crassipes), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo *(Q. mexicana*), *Q. glaucoides, Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides* (INEGI, 2005). Por las características de los encinares en el SAR, estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez se van incorporando a la actividad agrícola y pecuaria. En el SAR, este tipo de vegetación está pobremente representada, ya que solamente ocurre en 191.77 ha (2.8% de la superficie total del SAR) y con una distribución en forma de manchones aislados en la porción noreste del mismo. Las principales especies obervadas en este uso de suelo son: *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. glaucoides*, *Q. crassifolia, Arbutus xalapensis;* esporádicamente se pueden identifcar algunos individuos de *Pinus pringlei*; y conforme su distribución se

acerca a las riberas de los arroyos se pueden apreciar algunos individuos de *Bursera spp*, *Opuntia spp* y *Alnus acuminata*.

6. Bosque cultivado (BC): Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Estas comunidades se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general con especies exóticas; conforme a la terminología que maneja la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable este uso de suelo sería el equivalente a plantaciones forestales con especies exóticas. Algunas de las especies, según su adaptabilidad que más se cultivan son: pino (*Pinus spp.*), eucalipto (*Eucaliptus spp.*), cedro (*Cupressus spp.*), casuarina (*Casuarina sp.*), pirul (*Schinus molle*), álamo o chopo (*Populus spp.*), fresno (*Fraxinus sp.*), aile (*Alnus sp.*), entre otros (INEGI, 2005). En el SAR este uso de suelo ocupa una superficie de 174.27 ha (2.6% con respecto a la superficie total del mismo); las principales especies utilizadas son: *Eucalyptus camaldulensis* y *E. Globulus;* en menor proporción se puede apreciar *Casuarina equisetifolia* y *Cupressus lindleyi (C. lusitanica).*

7. Caminos (C): Se refiere a los diferentes caminos de terracería y asfaltados que conducen a las zonas urbanas ubicadas dentro del SAR; abarcan una superficie total de 33.94 ha que representa el 0.5% de la superficie total del mismo.

8. Bosque de pino (BP): Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género *Pinus*, de amplia distribución y con aproximadamente 49 especies, 18 variedades, 2 subespecies en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Dentro del SAR el BP identificado es producto de

reforestación; las especies que lo constituyen son *Pinus lawsonii*, *P. pringlei* y *P. leiophylla*. Su distribución se restringe a solamente 25.20 ha (0.4% de la superficie total del SAR).

9. Vegetación riparia (VR): Comunidad arbórea que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorables. Este tipo de vegetación es de gran importancia dada su función como corredor biológico, por el aporte de nutrientes así como en la estabilización de suelos y riberas de ríos y arroyos (INEGI, 2005). Dentro del SAR este tipo de vegetación está constituida principalmente por: *Salix bonplandiana* (sauce), *S. aeruginosa* (sauce), *Alnus acuminata* (aile) y *Fraxinus uhdei* (fresno). En el SAR su distribución es discontinua, pudiéndosele encontrar en las riberas del río denominado “Chiquito”; ocurriendo en una superficie estimada de 23.58 ha (0.3% de la superficie total del SAR).

10. Cuerpos de agua (CA): Un cuerpo de agua es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce. Este tipo de uso de suelo en el SAR corresponde al conformado por la construcción de un pequeño represo en la parte centro este del SAR colindando con la población de San José de las Torres, que por las características de la zona es utilizada para el abastecimiento de las áreas de cultivo y uso pecuario. Ocupa una superficie de 9.11 ha, que representan el 0.10% de la superficie total del SAR.

Conforme a la revisión bibliográfica, los estudios, diagnósticos de campo y a los resultados obtenidos en el presente capítulo, en el SAR se identificaron un total de 166 especies. La revisión del estatus de especies bajo categorías de protección se realizó conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Del total de especies identificadas se registraron 13 enlistadas en alguna categoría de riesgo

conforme a la citada norma. En la Tabla IV.27 se presenta el listado de las especies de flora silvestre que se identificaron en el SAR definido para el proyecto.

Tabla IV. 27. Listado florístico de especies reportadas en el SAR definido para el proyecto.

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
1		*Dicliptera peduncularis*	Acanthaceae	
2	Palma china	*Yucca filifera*	Agavaceae	
3	Agapando	*Agapanthus africanus*	Amaranthaceae	
4	Quelite, Quintonil	*Amaranthus hybridus*	Amaranthaceae	
5	Siempreviva	*Gomphrena decumbens*	Amaranthaceae	
6	Maguey Arbusto	*Agave inaequidens*	Amaryllidaceae	
7	Bembericua	*Rhus radicans*	Anacardiaceae	
8		*Rhus trilobata*	Anacardiaceae	
9	Pirul	*Schinus molle*	Anacardiaceae	
10	Aceitillo	*Ilex tolucana*	Aquifoliaceae	
11	Romerillo, venenillo	*Asclepia linaria*	Asclepiadaceae	
12		*Aster moranensis*	Asteraceae	
13	Hierba del carbonero	*Baccharis conferta*	Asteraceae	
14		*Baccharis salicifolia*	Asteraceae	
15	Aceitilla blanca	*Bidens odorata*	Asteraceae	
16	Prodigiosa	*Brickellia secundiflora*	Asteraceae	
17	Mirasol	*Cosmos bipinnatus*	Asteraceae	
18	Arnica blanca	*Erigeron delphinifolius*	Asteraceae	
19	Hierba del ángel	*Eupatorium collinum*	Asteraceae	
20	Flor de cedazo	*Eupatorium pazcuarense*	Asteraceae	
21	Hierba del ángel	*Eupatorium petiolare*	Asteraceae	
22	Gordolobo	*Gnaphalium attenuatum*	Asteraceae	
23	Gordolobo	*Gnaphalium oxyphyllum*	Asteraceae	
24	Panalillo	*Jaegeria hirta*	Asteraceae	
25	Ojo de perico	*Melampodium perfoliatum*	Asteraceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
26	Zopastle	*Montanoa tomentosa*	Asteraceae	
27	Pápalo, papaloquelite	*Porophyllum coloratum*	Asteraceae	
28	Hierba del venado	*Porophyllum viridiflorum*	Asteraceae	
29	Hierba de San Nicolás, jarilla	*Stevia salicifolia*	Asteraceae	
30	Pericón	*Tagetes lucida*	Asteraceae	
31	Anís	*Tagetes micrantha*	Asteraceae	
32	Diente de León	*Taraxacum officinali*	Asteraceae	
33	Girasol silvestre	*Tithonia tubiformis*	Asteraceae	
34	Memelilla, apapatlaco	*Verbesina oncophora*	Asteraceae	
35	Vara amarilla	*Viguiera budleiiformis*	Asteraceae	
36		*Zinnia angustifolia*	Asteraceae	
37	Gordolobo	*Gnaphallium viscosum*	Asteraceae	
38	Aile	*Alnus acuminata*	Betulaceae	
39	Aile	*Alnus jorullensis*	Betulaceae	
40	Jacaranda	*Jacaranda mimosaefolia*	Bignoniaceae	
41	Cameri, Retama	*Tecoma stans*	Bignoniaceae	
42	Capulin cimarron, Tepoyan	*Ehretia latifolia*	Bombacaceae	
43	Orquídea	*Tillandsia prodigiosa*	Bromeliaceae	
44	Copal	*Bursera cuneata*	Burseraceae	
45	Papelillo	*Bursera fagaroides*	Burseraceae	
46	Nopal	*Opuntia fuliginosa*	Cactaceae	
47	Joconol	*Opuntia ioconostle*	Cactaceae	
48	Cardenal	*Lobelia cardinalis*	Campanulaceae	
49	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	Casuarinaceae	
50	quesadilla	*Commelina coelestris*	Commelinaceae	
51	Tripa de pollo	*Cuscuta mitraeformis*	Convolvulaceae	
52	Casahuate	*Ipomea murucoides*	Convolvulaceae	
53	Manto de la Virgen	*Ipomea puspurea*	Convolvulaceae	
54		*Cornus disciflora*	Cornaceae	
55		*Cornus excelsa*	Cornaceae	
56	Calabaza	*Cucurbita pepo*	Cucurbitaceae	
57	Cedro blanco	*Cupressus lusitanica*	Cupressaceae	Protección Especial

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
58	Tulillo	*Cyperus seslerioides*	Cyperaceae	
59		*Eleicharis dombeyana*	Cyperaceae	
60	Madroño	*Arbutus xalapensis*	Ericaceae	
61	Solimán	*Croton adspersus*	Euphorbiaceae	
62	Sunujkura	*Croton calvescens*	Euphorbiaceae	
63	Higuerilla	*Ricinus comunis*	Euphorbiaceae	
64	Acacia	*Acacia angustissima*	Fabaceae	
65	Huizache	*Acacia farnesiana*	Fabaceae	
66	Tepame	*Acacia pennatula*	Fabaceae	
67	Cabello de ángel	*Calliandra grandiflora*	Fabaceae	
68		*Crotalaria pumila*	Fabaceae	
69	Sonaja	*Crotalaria rotundifolia*	Fabaceae	
70		*Dalea clifortiana*	Fabaceae	
71		*Dalea foliosa*	Fabaceae	
72		*Dalea sericea*	Fabaceae	
73	Pega pega	*Desmodium tortuosum*	Fabaceae	
74	Colorín	*Erythrina coralloides*	Fabaceae	Amenazada
75	Palo dulce	*Eysenhardtia polystachya*	Fabaceae	
76		*Macroptilium gibbosifolium*	Fabaceae	
77		*Marina nutans*	Fabaceae	
78		*Mimosa albida*	Fabaceae	
79		*Mimosa biuncifera*	Fabaceae	
80	Ayocote	*Phaseolus coccineus*	Fabaceae	
81	Frijol silvestre	*Phaseolus vulgaris*	Fabaceae	
82	Mezquite	*Prosopis laevigata*	Fabaceae	
83		*Senna multiglandulosa*	Fabaceae	
84		*Senna septentrionalis*	Fabaceae	
85	Trébol	*Trifolium repens*	Fabaceae	
86	Encino blanco	*Quercus castanea*	Fagaceae	
87	Encino aile	*Quercus crassifolia*	Fagaceae	
88	Encino	*Quercus crassipes*	Fagaceae	
89	Encino prieto	*Quercus deserticola*	Fagaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
90	Encino	*Quercus glaucoides*	Fagaceae	
91	Encino	*Quercus magnolifolia*	Fagaceae	
92	Encino roble	*Quercus obtusata*	Fagaceae	
93	Encino blanco, encino prieto, encino rosillo	*Quercus scitophylla*	Fagaceae	
94		*Garrya laurifolia*	Garryaceae	
95		*Gentiana caliculata*	Gentianaceae	Protección Especial
96		*Gentiana spathacea*	Gentianaceae	Protección Especial
97		*Phacelia platycarpa*	Hydrophyllaceae	
98		*Wigandia urens*	Hydrophyllaceae	
99	Toronjil	*Agastache mexicana*	Labiatae	
100		*Prunella vulgaris*	Labiatae	
101	Chia	*Salvia hispanica*	Labiatae	
102	Torongiz	*Salvia lavanduloides*	Labiatae	
103		*Salvia polystachya*	Labiatae	
104	Pata de león	*Leonotis nepetifolia*	Lamiaceae	
105		*Litsea glaucescens*	Lauraceae	Peligro de Extinción
106	Sinicuiche	*Heimia salicifolia*	Lythraceae	
107		*Magnolia schiedeana*	Magnoliaceae	Amenazada
108	Juriata eranchi, Malva, Quesitos	*Malva parviflora*	Magnoliaceae	
109	Malvilla	*Sida rhombifolia*	Malvaceae	
110	Nogalillo	*Cedrela dugesii*	Meliaceae	Protección Especial
111	Eucalipto	*Eucalyptus camaldulensis*	Myrtaceae	
112	Eucalipto	*Eucalyptus globulus*	Myrtaceae	
113	Pico de pájaro	*Forestiera phillyreoides*	Oleaceae	
114	Fresno	*Fraxinus uhdei*	Oleaceae	
115	Perita, Aretillo	*Lopezia racemosa*	Onagraceae	
116	Orquídea	*Laelia speciosa*	Orchidaceae	Protección Especial
117	Elotillo	*Conopholis alpina*	Orobanchaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
118		*Oxalis albicans*	Oxalidaceae	
119	Chicalote	*Argemone ochroleuca*	Papaveraceae	
120	Pino	*Pinus lawsonii*	Pinaceae	
121	Pino tarasco	*Pinus martinezii*	Pinaceae	Protección Especial
122	Pino	*Pinus greggi*	Pinaceae	
123	Pino lacio	*Pinus michoacana*	Pinaceae	
124	Pino	*Pinus oocarpa*	Pinaceae	
125	Pino	*Pinus pringlei*	Pinaceae	
126		*Aristida schiedeana*	Poaceae	
127		*Axonopus arsenei*	Poaceae	
128		*Bouteloua curtipendula*	Poaceae	
129		*Brachiaria meziana*	Poaceae	
130		*Bromus dilichocarpus*	Poaceae	
131		*Cynodon dactylon*	Poaceae	
132		*Digitaria ternata*	Poaceae	
133		*Eleusine multiflora*	Poaceae	
134		*Hilaria cenhroides*	Poaceae	
135		*Lycurus phalaroides*	Poaceae	
136	Bambú	*Otatea acuminata*	Poaceae	
137	Pasto	*Paspalum notatum*	Poaceae	
138	Pasto	*Rhynchelytrum repens*	Poaceae	
139	Pasto	*Sorghum halepense*	Poaceae	
140	Pasto	*Sporolobus indicus*	Poaceae	
141		*Tripsacum zopilotense*	Poaceae	Protección Especial
142	Espinosilla	*Loeselia mexicana*	Polemoniaceae	
143		*Monnina ciliolata*	Polygalaceae	
144	Lengua de vaca	*Rumex crispus*	Polygonaceae	
145	Helecho	*Adiantum aleuticum*	Pteridaceae	
146	Granjeno	*Condalia velutina*	Rhamnaceae	
147	Tejocote	*Crataegus pubescens*	Rosaceae	
148	Capulín	*Prunus serotina*	Rosaceae	
149		*Mitracarpus hirtus*	Rubiaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
150	Zapote blanco	*Casimiroa edulis*	Rutaceae	
151	Sauce	*Salix aeruginosa*	Salicaceae	
152	Sauce	*Salix bonplandiana*	Salicaceae	
153	Cresta de gallo	*Castilleja arvensis*	Scrophulariaceae	
154		*Penstemon sp.*	Scrophulariaceae	
155		*Selaginella porphyrospora*	Selaginellaceae	Peligro de Extinción
156		*Cestrum fulvescens*	Solanaceae	
157		*Cestrum lanatum*	Solanaceae	
158	Jaltomate	*Jaltomata procumbens*	Solanaceae	
159	Tabaquillo	*Nicotiana glauca*	Solanaceae	
160	Tomatillo	*Physalis chenopodiifolia*	Solanaceae	
161	Gloria, Ma. Luisa	*Solanum dulcamaroides*	Solanaceae	
162		*Solanum nigricans*	Solanaceae	
163		*Styrax argenteus*	Styracaceae	
164	Tilia	*Tilia mexicana*	Tiliaceae	Peligro de Extinción
165		*Valeriana pratensis*	Valerianaceae	Protección Especial
166	Uña de gato	*Lantana camara*	Verbenaceae	

IV.2.2.1.4. Análisis de uso de suelo y vegetación en las superficies de afectación producto de la construcción del proyecto.

IV.2.2.1.4.1. Metodología

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación que se desarrollan en las superficies que serán afectadas con la construcción del proyecto carretero se consideraron los siguientes pasos:

1. Revisión de información en las superficies específicas

Se utilizó una imagen de satélite de alta resolución para realizar una clasificación no supervisada de las asociaciones vegetales y los usos de suelo; en todas y cada una de las áreas que forman parte de las superficies consideradas para la construcción del trazo carretero.

2. Recorridos de campo

Apoyados de GPS Garmin etrex, se realizaron recorridos por las superficies para confirmar, y determinar la existencia o no de diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo en cada una de las fracciones de terreno consideradas (Clasificación supervisada).

3. Levantamiento de información florística

Finalmente, se levantaron sitios de muestreo en campo para obtener información sobre las características de la estructura y composición de cada uno de los tipos de vegetación identificados en las superficies necesarias para la construcción del proyecto en cuestión.

4. Características del muestreo

Para el levantamiento de la información de campo se diseñó un sistema de muestreo estratificado dirigido sobre las superficies cubiertas con vegetación forestal; los sitios se distribuyeron al azar.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000).

Considerando que el trazo de la carretera implica una afectación lineal, se adaptó el tamaño y forma de los sitios para conferir un mayor tamaño de muestra y una mayor fiabilidad estadística, el tamaño y forma de los sitios propuesto fue el siguiente:

Sitios de muestreo principal de 10 x 50 para el levantamiento de la información correspondiente a las especies con diámetros mayores a 7.5 cm; y sitios de 5 x 5 anidados al interior del sitio de muestreo principal para la caracterización del estrato arbustivo y herbáceo.

La revisión del estatus de especies bajo categorías de protección se realizó conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se utilizaron formatos previamente elaborados donde los atributos que se consideraron son: Nombre común, Diámetro a la altura del pecho (DAP) y Altura total.

IV.2.2.1.4.2. Resultados

Los tipos de uso de suelo y/o vegetación presentes en las superficies requeridas para la ejecución del proyecto denominado “Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo”, son: Matorral subtropical (MST) Bosque de encino (BQ), Agropecuario (AP), Zona urbana (ZU), Caminos (C) y Vegetación riparia (VR).

En lo que corresponde a superficies, el proyecto pretende afectar una superficie total de 4.455 ha, de las cuales solamente 3.09 ha están cubiertas por vegetación forestal (69.38% con respecto a la superficie total necesaria): Matorral subtropical (1.645 ha), Bosque de encino (1.441 ha) y Vegetación riparia (0.005 ha); las restantes 1.36 ha presentan un uso de suelo diferente al forestal (30.62% de las superficies necesarias), con los usos y superficies que se enlistan a continuación: Agropecuario (1.085 ha), Zona urbana (0.264 ha) y Caminos (0.015 ha).

En la tabla IV.28 se presenta el uso de suelo y/o vegetación que se verá afectado por cada uno de los conceptos u obras que comprenden el proyecto en su totalidad, mientras que el porcentaje que representa cada uno de estos usos de suelo y/o vegetación con respecto al SAR definido para el proyecto, se observa en la Tabla IV.29.

Tabla IV. 28. Usos de suelo y vegetación en las superficies necesarias para la construcción del proyecto; se presentan separados por concepto o tipo de obra.

NO.	Uso de suelo y vegetación	SUPERFICIES POR CONCEPTO/OBRA (m^2)						%
		Casa de máquinas	Libramiento	Puente	Portales	Total (m^2)	Total (ha)	
1	Matorral subtropical		12,242.98	1,762.64	2,442.64	16,448.26	1.645	36.92
2	Bosque de encino		12,806.06		1,602.05	14,408.11	1.441	32.34
3	Agropecuario	1,438.95	8,109.47		1,300.32	10,848.74	1.085	24.35
4	Zona urbana	4.12	2,631.48		3.05	2,638.65	0.264	5.92
5	Caminos		123.43	29.07		152.50	0.015	0.34
6	Vegetación riparia			51.25		51.25	0.005	0.12
	Total	**1,443.07**	**35,913.42**	**1,842.96**	**5,348.06**	**44,547.51**	**4.455**	**100.00**

Tabla IV. 29. Usos de suelo y vegetación en las superficies necesarias para la construcción del proyecto y el porcentaje que representa con respecto al SAR.

No.	Uso de Suelo	Tipos de Vegetación/Uso del suelo	Clave	Superficie en el SAR (ha)	Superficie de afectación por el Proyecto (ha)	Porcentaje con respecto a la superficie de afectación por el Proyecto	Porcentaje que representan las superficies de afectación con respecto a la superficie total por uso de suelo en el SAR
1	Forestal	Bosque de pino encino	BPQ	3,537.73	0	0	0
2	Forestal	Matorral subtropical	MST	363.95	1.645	36.92	0.024
3	Forestal	Bosque de encino	BQ	191.77	1.441	32.35	0.021
4	Forestal	Bosque de pino	BP	25.20	0	0.00	0.00
5	Forestal	Vegetación riparia	VR	23.58	0.005	0.11	0.000
	Subtotal			**4,142.23**	**3.09**	**69.38**	**0.045**
1	No forestal	Agropecuario	AP	2,144.88	1.085	24.35	0.016
2	No forestal	Zona urbana	ZU	294.29	0.264	5.93	0.004
3	No forestal	Bosque cultivado	BC	174.27	0	0.00	0.000
4	No forestal	Caminos	C	33.94	0.015	0.34	0.000
5	No forestal	Cuerpo de agua	CA	9.11	0	0.00	0.000
	Subtotal			**2,656.49**	**1.36**	**30.62**	**0.020**
	Total			**6,798.72**	**4.455**	**100.00**	**0.066**

IV.2.2.1.5. Descripción por uso de suelo y/o vegetación en las áreas necesarias para la construcción del proyecto carretero.

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los usos de suelo y/o vegetación identificados en las áreas necesarias para la construcción del proyecto.

1. Matorral subtropical (MST): Comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia y los bosques templados (de Encino o Pino- Encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas, principalmente en el Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre del Sur. La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un periodo prolongado del año. Este tipo de matorrales generalmente se encuentran asociados a la actividad pecuaria, en el SAR no es la excepción; tal situación ha provocado su degradación y modificación de sus condiciones originales, esto se puede observar en la presencia de especies del género Acacia. Dentro del SAR este tipo de vegetación cubre 363.95 ha (lo que representa el 5.4% de la superficie total del mismo). Dentro del MST identificado en el SAR los principales componentes son: *Bursera* spp. (Copales, Papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *A. farnesiana* y *Opuntia spp.* De manera aislada se identificaron algunos individuos de *Eucalyptus camaldulensis* como remanentes de bosques cultivados del área.

Dentro de las áreas donde se pretende establecer la construcción del proyecto, 1.645 ha están cubiertas por esta asociación vegetal; en el estrato superior, el cual no rebasa los 5 metros de altura, destacan: *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya, Opuntia spp, Bursera acuneata y Bursera fagaroides,* en la tabla IV:30 se presenta la relación de individuos de vegetación en el estrato superior que se verán afectados. En el estrato arbustivo y herbáceo las especies

predominantes *son Acacia pennatula, Opuntia fuliginosa, Agapanthus africanus*, *Ricinus comunis, Desmodium tortuosum, Leonotis nepetifolia, Acacia angustissima yAcacia farnesiana.*

Adicionalmente, se puede señalar que en esta asociación de vegetación se identificó a *Cedrela dugesii* una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección Especial. Conforme a las estimaciones en campo, de esta especie se afectarán 24 individuos.

Tabla IV. 30. Cantidad de individuos a afectar en el estrato superior, dentro de la vegetación caracterizada como MST.

No.	Nombre científico	Familia	Densidad total (ind/ha)	Densidad relativa	Cantidad de individuos a afectar en 1.645 ha
1	*Acacia pennatula*	Fabaceae	160	31	263
2	*Eysenhardtia polystachya*	Fabaceae	140	27	230
3	*Opuntia spp*	Cactaceae	140	27	230
4	*Bursera spp*	Burseraceae	25	5	41
5	*Acacia angustissima*	Fabaceae	35	7	57
6	*Cedrela dugesi*	Meliaceae	15	3	24
TOTAL			**515**	**100**	**845**

2. Bosque de encino (BQ). Son bosques donde predominan las especies del género *Quercus.* Estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 metros de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas. Con la construcción del proyecto se pretende afectar 1.441 ha ocupadas por este tipo de vegetación, lo que representa el 32.34% con respecto a la superficie de afectación total.

El estrato arbóreo o dosel superior oscial entre 5 y 5.9 metros de altura, el 85.8% está compuesto por especies del género *Quercus*, el resto es ocupado por especies características de matorral subtropical o zonas perturbadas así como especies de flora exótica características de bosque cultivado, específicamente de *Eucalyptus*. La densidad promedio por hectárea calculada es de 1,160 individuos, en la Tabla IV.31 se presentan los resultados obtenidos separados por especie. No existe un estrato arbustivo mientras que en el estrato herbáceo, el cual es bastante denso, las especies que sobresalen son las siguientes: *Acacia pennatula, Tillandsia prodigiosa, Adiantum aleuticum, Lantana cámara, Tagetes lucida, Calliandra grandiflora, Salvia lavanduloides, Tagetes micrantha, Agapanthus africanus* y *Sida rhombifolia.*

Tabla IV. 31. Cantidad de individuos arbóreos a afectar, dentro de la vegetación caracterizada como BQ.

No.	Nombre científico	Familia	Densidad total (ha)	Densidad relativa	Cantidad de individuos a afectar en 1.441 ha
1	*Quercus castanea*	Fagaceae	887	76.4	1,278
2	*Quercus deserticola*	Fagaceae	80	6.9	115
3	*Arbutus xalapensis*	Ericaceae	43	3.7	62
4	*Eysenhardtia polystachya*	Fabaceae	43	3.7	62
5	*Opuntia sp*	Cactaceae	27	2.3	39
6	*Pinus lawsonii*	Pinaceae	23	2	33
7	*Quercus obtusata*	Fagaceae	17	1.4	24
8	*Bursera cuneata*	Burseraceae	13	1.1	19
9	*Quercus glaucoides*	Fagaceae	13	1.1	19
10	*Acacia pennatula*	Fabaceae	10	0.9	14
11	*Eucalyptus camaldulensis*	Myrtaceae	3	0.3	4
Total			**1,160**	**100**	**1,669**

3. Agropuecuario (AP): Con la construcción del proyecto se pretende afectar 1.085 Ha ocupadas por este uso de suelo (24.35% con respecto a la superficie total de afectación). Específicamente se trata de zonas de pastizal inducido abandonadas y donde en algunos casos se presenta el establecimiento de vegetación secundaria en estado de sucesión arbustiva o en su defecto aún dominan los pastos y las herbáceas anuales. Dentro de las especies de pasto que se pudieron identificar destaca *Sorghum halepense, Rhynchelytrum repens, Paspalum nutatum y Sporolobus indicus;* mientras que dentro de las herbáceas e identificó *a Cosmos bipinnatus, Crotalaria rotundifolia, Ricinus communis, Desmodium tortuosum, Sida rhombifolia;* además de algunos individuos con crecimiento arbustivo como*: Acacia farnesiana* y *A. pennatula.*

4. Zona urbana (ZU): Se refiere a las zonas que están ocupadas por localidades o infraestructura urbana. Dentro de la superficie necesaria para la construcción del proyecto, se distribuye un área de este tipo, que forma parte de la porción sur de la Ciudad de Morelia. Este uso de suelo se verá afectado en una superficie de 0.264 Ha (5.93% con respecto a la superficie total de afectación por el proyecto).

5. Caminos (C): Este uso de suelo se refiere a los diferentes caminos de terracería que conducen a las zonas urbanas o que dan acceso a los visitantes al área; con la construcción del proyecto se pretende afectar una superficie total de este uso de suelo de 0.015 ha, que representa solamente el 0.34% de la superficie total de afectación por el proyecto.

6. Vegetación riparia (VR): Comunidad arbórea que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorables. Este tipo de vegetación es de gran importancia dada su función como corredor biológico, por el aporte de nutrientes así como en la estabilización de suelos y riberas de ríos y arroyos (INEGI 2005). Con la construcción del proyecto esta asociación de vegetación se verá disminuida en solamente 51 m^2 (0.005 ha), necesarios para el cruce del proyecto sobre el río denominado “Chiquito”. Este tipo de vegetación que será afectada está constituida principalmente por: *Alnus acuminata* (aile), *Salix bonpladiana* (sauce) y *S. aeruginosa* (sauce). En la tabla IV.32 se aprecia la cantidad de estos individuos de flora que se verán afectados con el desarrollo del proyecto.

Tabla IV. 32. Cantidad de individuos arbóreos a afectar dentro de la VR.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Densidad total estimada (ha)	Densidad relativa	Cantidad de individuos a afectar en 0.005 ha
1	Aile	*Alnus acuminata*	Betulaceae	480	52.2	3
2	Sauce	*Salix bonpladiana*	Salicaceae	360	39.1	2
3	Sauce	*Salix aeruginosa*	Salicaceae	80	8.7	0
TOTAL				**920**	**100**	**5**

IV.2.2.1.5.1. LISTADO FLORÍSTICO

Conforme a la información levantada en campo y los resultados obtenidos, en la Tabla IV.33 se presenta el listado de las especies de flora silvestre que se identificaron en la superficie de afectación por el proyecto en el presente capítulo. La revisión del estatus de especies bajo categorías de protección se realizó conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Solamente una especie registrada en el área de afectación del proyecto se encuentra en alguna categoría de riesgo conforme a la citada norma.

La siguiente tabla muestra el listado florístico de especies identificadas en las superficies de afectación por el proyecto. Se indica si se encuentra en alguna categoría de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. P-En Peligro de Extinción, A- Amenazada, Pr- Protección Especial (SEMARNAT 2010).

Tabla IV. 33. Listado Florístico de la zona del proyecto

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Palma china	*Yucca filifera*	Agavaceae	
2	Agapando	*Agapanthus africanus*	Amaranthaceae	
3	Mirasol	*Cosmos bipinnatus*	Asteraceae	
4	Ojo de perico	*Melampodium perfoliatum*	Asteraceae	
5	Pericón	*Tagetes lucida*	Asteraceae	
6	Anís	*Tagetes micrantha*	Asteraceae	
7	Gordolobo	*Gnaphallium viscosum*	Asteraceae	
8	Aile	*Alnus acuminata*	Betulaceae	
9	Orquídea	*Tillandsia prodigiosa*	Bromeliaceae	
10	Copal	*Bursera cuneata*	Burseraceae	
11	Papelillo	*Bursera fagaroides*	Burseraceae	
12	Nopal	*Opuntia fuliginosa*	Cactaceae	
13	Madroño	*Arbutus xalapensis*	Ericaceae	
14	Solimán	*Croton adspersus*	Euphorbiaceae	
15	Higuerilla	*Ricinus comunis*	Euphorbiaceae	
16	Acacia	*Acacia angustissima*	Fabaceae	
17	Huizache	*Acacia farnesiana*	Fabaceae	
18	Tepame	*Acacia pennatula*	Fabaceae	
19	Cabello de ángel	*Calliandra grandiflora*	Fabaceae	
20	Sonaja	*Crotalaria rotundifolia*	Fabaceae	
21	Pega pega	*Desmodium tortuosum*	Fabaceae	
22	Palo dulce	*Eysenhardtia polystachya*	Fabaceae	
23	Ayocote	*Phaseolus coccineus*	Fabaceae	
24	Encino blanco	*Quercus castanea*	Fagaceae	
25	Encino prieto	*Quercus deserticola*	Fagaceae	
26	Encino	*Quercus glaucoides*	Fagaceae	
27	Encino roble	*Quercus obtusata*	Fagaceae	

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
28	Torongiz	*Salvia lavanduloides*	Labiatae	
29	Pata de león	*Leonotis nepetifolia*	Lamiaceae	
30	Sinicuiche	*Heimia salicifolia*	Lythraceae	
31	Malvilla	*Sida rhombifolia*	Malvaceae	
32	Nogalillo	*Cedrela dugesii*	Meliaceae	Pr
33	Eucalipto	*Eucaliptus camaldulensis*	Myrtaceae	
34	Fresno	*Fraxinus uhdei*	Oleaceae	
35	Pino	*Pinus lawsonii*	Pinaceae	
36	Pasto	*Paspalum nutatum*	Poaceae	
37	Pasto	*Rhynchelytrum repens*	Poaceae	
38	Pasto	*Sorghum halepense*	Poaceae	
39	Pasto	*Sporolobus indicus*	Poaceae	
40	Helecho	*Adiantum aleuticum*	Pteridaceae	
41	Tejocote	*Crataegus pubescens*	Rosaceae	
42	Capulín	*Prunus serotina*	Rosaceae	
43	Sauce	*Salix aeruginosa*	Salicaceae	
44	Sauce	*Salix bonplandiana*	Salicaceae	
45	Uña de gato	*Lantana camara*	Verbenaceae	

IV.2.2.1.6. CONCLUSIONES

Con las superficies que se proponen como parte del proyecto denominado "Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo "se pretende realizar una afectación en una superficie total de 4.455 ha, esto representa únicamente el 0.066% con respecto a la superficie total del SAR determinado para el proyecto (6,798.72 ha).

Del total de la superficie propuesta para afectar, el 69.38% (3.09 ha) corresponde a terrenos catalogados con uso de suelo Forestal: Matorral subtropical (1.645 ha), Bosque de encino (1.441 ha) y Vegetación riparia (0.005 ha); las restantes 1.36 ha presentan un uso de suelo diferente al forestal (30.62% de las superficies necesarias para el desarrollo del proyecto), con los usos y superficies que se enlistan a continuación: Agropecuario (1.085 ha), Zona urbana (0.264 ha) y Caminos (0.015 ha).

El Matorral subtropical es una comunidad vegetal, que generalmente se encuentra asociado a la actividad pecuaria, en el SAR y en las superficies de afectación del proyecto no es la excepción; tal situación ha provocado su degradación y modificación de sus condiciones originales, esto se puede observar en la presencia de especies del género *Acacia*, que son representativas de vegetación secundaria.

El Bosque de encino en el contexto del SAR se registra como un tipo de vegetación con un grado de perturbación alto; ya que la mayor parte de su superficie original ha sido sustituida para dar paso a la conformación de los pastizales cultivados y en menor escala su transformación ha sido para pasar a formar parte de las zonas de agricultura de temporal. Ocurre en forma de manchones aislados al sur y sureste del SAR, únicamente cubriendo 191.77 ha.; distribuidas en manchones aislados y que no guardan una conectividad entre ecosistemas; y que por encontrarse en un ecosistema tan fragmentado por las actividades humanas (agrícolas y pecuarias), han llegado a perder la mayoría de sus funciones principales como ecosistema.

La vegetación riparia es una comunidad arbórea que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorables; dentro del SAR, se presenta en forma de relictos discontinuos de vegetación conservada, sin

embargo, su superficie de distribución original también ha sido fuertemente impactada por los cambios de uso de suelo.

Por otro lado, se realizó la revisión del estatus de las especies de flora identificadas durante el levantamiento de información, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontrando que a nivel del SAR se identificaron 13 especies en alguna categoría de riesgo conforme a la citada norma; sin embargo, durante el levantamiento de la información de campo en las áreas específicas de afectación por el proyecto solamente se identificó una especie: *Cedrela dugesii* (Protección Especial conforme a la citada norma). Esta especie se distribuye únicamente en la comunidad vegetal denominada Matorral subtropical y la cantidad de individuos estimados a afectar con el desarrollo del proyecto es de 24.

IV.2.2.2. Fauna.

En el Capítulo VIII del presente estudio se establecen los datos, técnicas y metodologías utilizadas para la recopilación y análisis de la información faunística obtenida con los muestreos de campo. Dicha información se obtuvo a través de registros directos e indirectos (observación de huellas, rastros, mudas de serpientes o partes de cuerpo que sirvan para la identificación de la especie) de las especies registradas en el Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para el proyecto denominado **"Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo**".

IV.2.2.2.1. Composición de las comunidades de fauna presentes en el SAR

Debido a las condicionantes fisiográficas, orográficas, hidrológicas, geológicas, edafológicas, además de los diversos tipos de vegetación y el amplio rango

combinado de altitudes que se presentan en el Estado de Michoacán, existen en él una gran variedad de ecosistemas que permiten el desarrollo de una amplia diversidad de especies animales. El SAR se ubica dentro de la provincia biogeográfica conocida como Faja Volcánica transmexicana, provincia muy rica desde el punto de vista biológico y caracterizada por un elevado número de endemismos.

De manera particular, se decidió utilizar a la fauna representada por las cuatro clases de vertebrados terrestres, Amphibia, Reptilia, Mammalia, Aves, como grupos de trabajo sujetos a evaluación en este proyecto, para lo cual se llevaron a cabo dos pulsos de trabajo de campo en distintas épocas del año, y cuyos resultados se presentan a continuación.

En el SAR se registró un total de 19 ordenes, 2 subordenes, 48 familias y 130 especies de fauna silvestre, que representan alrededor del 4.45% de la suma total de vertebrados terrestres que alberga México (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004; Navarro-Sigüenza y Peterson, 2004; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

La clase Amphibia estuvo representada por 5 especies, agrupadas en cuatro familias y dos ordenes; la clase Reptilia por 11 especies, cuatro familias, dos sub-ordenes y dos ordenes, la Mammalia por 23 especies en 13 familias y siete ordenes y por último, para la clase Aves se registró un total de 91 especies, incluidas en 27 familias y ocho órdenes.

Con el registro de las 130 especies de vertebrados para la zona, se estimó la proporción de especies por cada clase, encontrando que la clase con mayor riqueza de especies fue Aves con el 70% del total registrado, seguido por las clases Mammalia con el 17.69%, posteriormente la clase Reptilia con el 8.46% y por último la clase Amphibia, con el valor más bajo de especies, 3.85% (Figura IV.64).

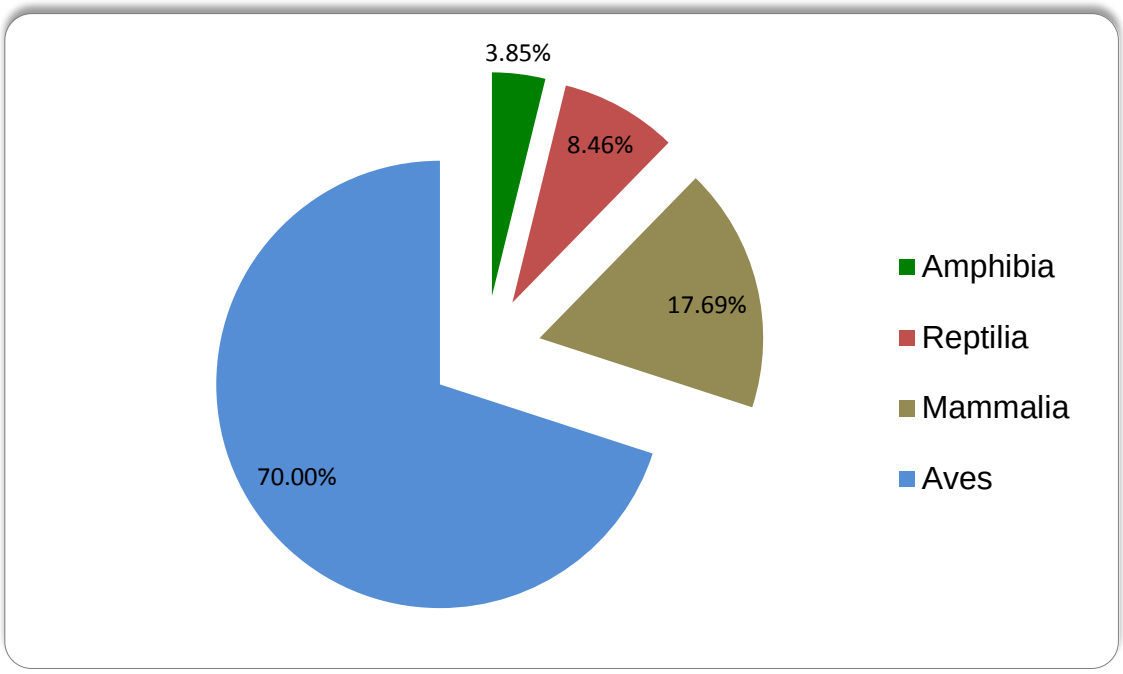


Figura IV. 64. Porcentaje de especies identificadas por clase de vertebrados, para el SAR del proyecto.

De las 130 especies totales registradas en este inventario, 13 (10%) están incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), y 117 (90%) no están dentro de ninguna categoría de protección.

El número de especies que se registró por categoría de riesgo se agrupo de la siguiente manera: 10 especies (7.70%) en la categoría de Protección Especial (Pr), tres (2.30%) dentro de la categoría Amenazada (A) y 117 (90%) especies no cuentan con ninguna categoría. A continuación se muestra una gráfica con las proporciones estimadas para cada categoría de protección respecto al total de especies caracterizadas en el estudio (Figura IV.65).

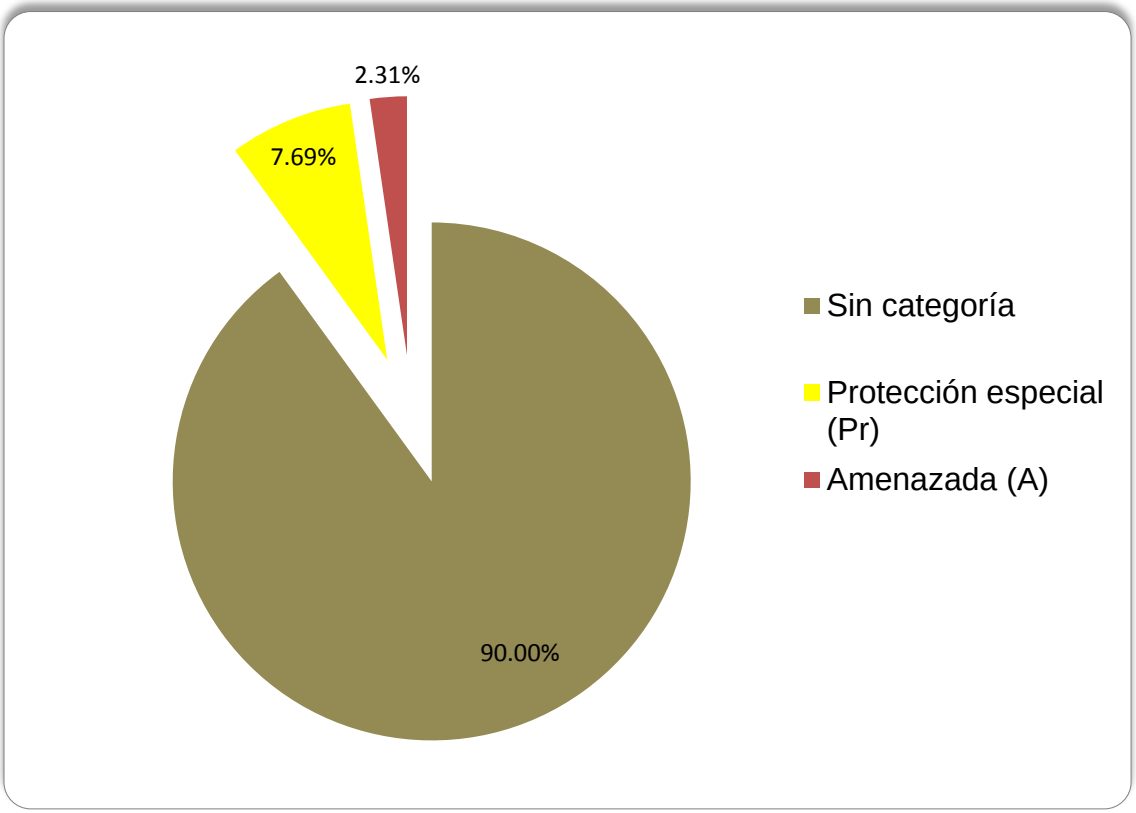


Figura IV. 65. Proporción de especies por categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 10 especies consideradas en la categoría Pr, dos son de organismos incluidos en la clase Amphibia, tres en la clase Reptilia y cinco en la clase Aves. Con relación a las especies enlistadas en la categoría de Amenazada, una pertenece a la clase Amphibia y dos a Reptilia. Ningún organismo perteneciente a la clase mammalia estuvo incluido en el listado de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La siguiente tabla muestra la lista de especies por clase de vertebrados en alguna categoría de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. A- Amenazada, Pr- Protección Especial (SEMARNAT 2010).

Taxa	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT
CLASE AMPHIBIA		
Eleutherodactylus angustidigitorum	Ranita de Pátzcuaro	Pr
Lithobates neovolcanicus	Rana leopardo	A
Ambystoma ordinarium	Achoque michoacano	Pr
CLASE REPTILIA		
Pituophis deppei	Cincuate mexicano	A
Salvadora bairdii	Culebra chata de Baird	Pr
Thamnophis scaliger	Jarretera alpina cola-corta	A
Crotalus molossus	Cascabel serrana	Pr
Kinosternon integrum	Casquito de fango	Pr
CLASE AVES		
Accipiter striatus	Gavilán pecho-rufo	Pr
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr
Falco columbarius	Halcón esmerejon	Pr
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr

Considerando las 130 especies registradas para las cuatro clases de vertebrados analizadas en el SAR del proyecto, 20 de ellas (15.38%) son endémicas de México. Para la clase Amphibia se registraron cuatro especies, para Reptilia 10, en Mammalia dos y por último, cuatro especies para la clase Aves.

Con relación a la estacionalidad de la fauna registrada, el 81.54% son especies residentes, es decir que se distribuyen dentro del SAR durante todo el año, y el 18.46% son migratorias, siendo donde la clase Aves es la única que registra especies tanto migratorias como residentes (51.54%). Las demás clases: Amphibia (3.85%), Reptilia (8.46%) y Mammalia (17.69%) únicamente presentan especies residentes (Figura IV.66).

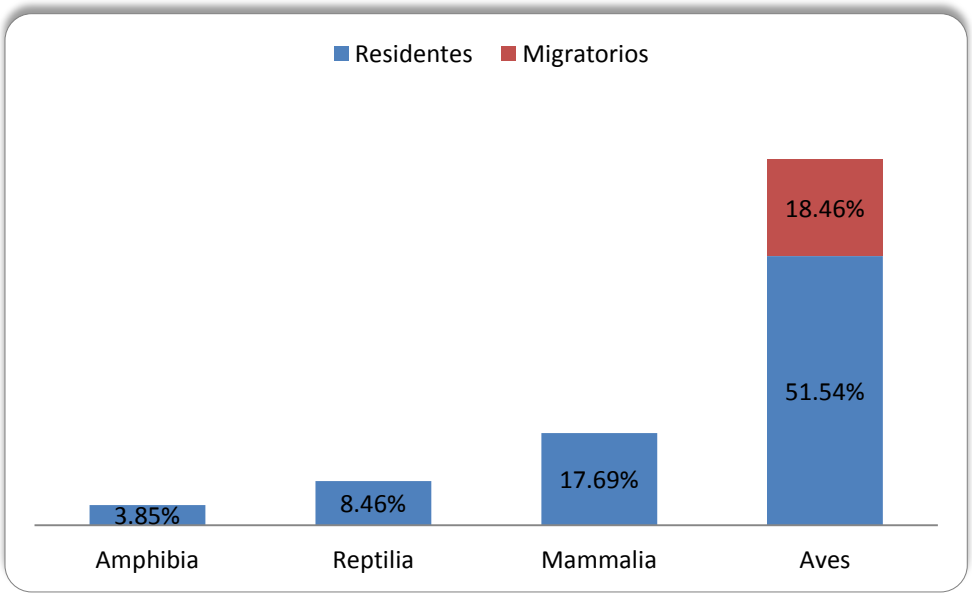


Figura IV. 66. Proporción de especies residentes y migratorias por clase de vertebrados.

En relación a las categorías de abundancia asignadas para cada una de las especies registradas en el campo, se consideraron especies raras (R) el 23.85%

(un anfibio, siete reptiles, nueve mamíferos y 14 aves), comunes (C) el 55.38% (tres anfibios, dos reptiles, 10 mamíferos y 57 aves); abundantes (A) el 20.77% (un anfibio, dos reptiles, cuatro mamíferos y 20 aves; Figura IV.67).

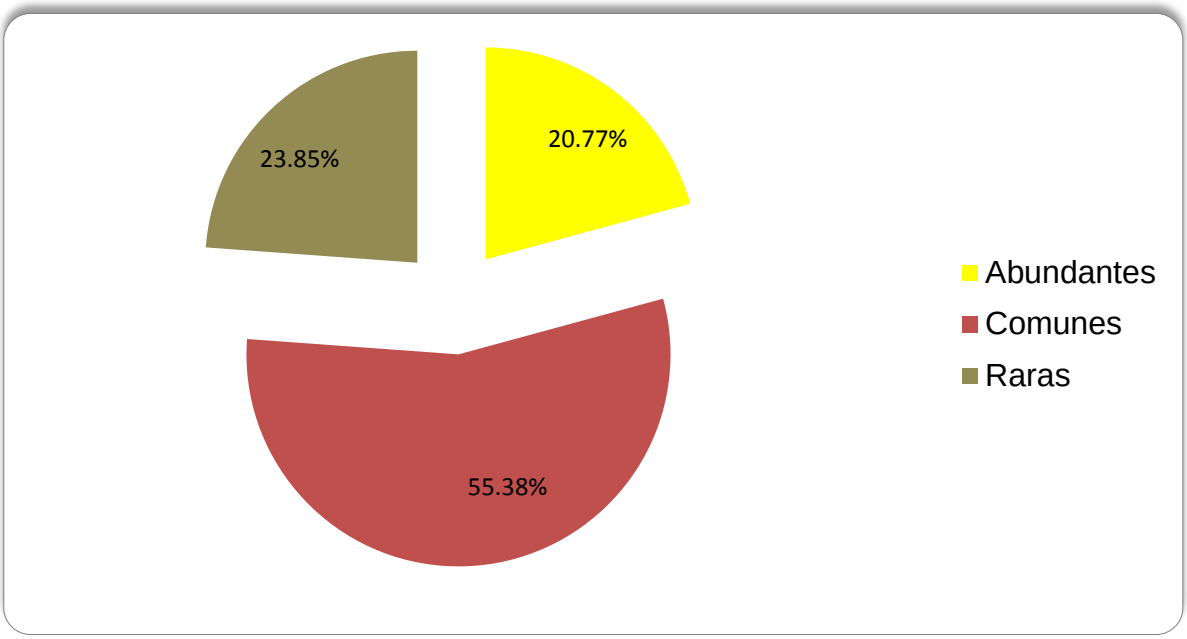


Figura IV. 67. Proporción de la abundancia de las especies registradas.

Los siguientes resultados presentados para la herpetofauna, mastofauna, y avifauna registrada en el SAR consideran únicamente la riqueza de las especies observada durante los muestreos en campo.

Herpetofauna

Con base en las 224 especies de anfibios y reptiles establecidas para el Estado de Michoacán por Ochoa y Flores Villela (2006), la riqueza observada en el SAR equivale al 7.14%. Tomando en cuenta las 1,165 especies de anfibios y reptiles

propuestas por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) para la herpetofauna nacional, el número de herpetozoos registrados en el SAR equivale al 1.37%.

La herpetofauna observada quedó conformada por la clase Amphibia, integrada por cinco especies, agrupadas en cuatro familias y dos ordenes, y por la clase Reptilia con 11 especies, agrupadas en cuatro familias, dos sub-ordenes y dos ordenes.

En la clase Amphibia el orden Anura presentó la mayor riqueza de especies con cuatro, mientras que el orden Caudata solo incluyo una especie. Dentro de la clase Reptilia, el orden Squamata presento la mayor riqueza de especies con 10 (seis integrando el sub-orden serpentes y cuatro el sub-orden lacertilia), seguido por el orden Testudines con una especie.

La siguiente tabla muestra las categorías taxonómicas de los reptiles observados en el muestreo de campo. Para cada especie se presenta el nombre común; la categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=Amenazada, Pr= Protección Especial) y UICN (EN-En peligro, VU-Vulnerable, NT-Casi amenazado, LC-Preocupación menor), así como también se indica cuando la Especies es endémica a México.

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
CLASE AMPHIBIA				
ORDEN ANURA				
FAMILIA ELEUTHERODACTYLIDAE				

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
Eleutherodactylus angustidigitorum	Ranita de Pátzcuaro	Pr	VU	Endémica
FAMILIA HYLIDAE				
Hyla arenicolor	Ranita de las rocas		LC	
Hyla eximia	Ranita de montaña		LC	Endémica
FAMILIA RANIDAE				
Lithobates neovolcanicus	Rana leopardo neovolcánica	A	NT	Endémica
ORDEN CAUDATA				
FAMILIA AMBYSTOMATIDAE				
Ambystoma ordinarium	Achoque michoacano	Pr	EN	Endémica

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
CLASE REPTILIA				
ORDEN SQUAMATA				
SUB-ORDEN LACERTILIA				
FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE				
Sceloporus aeneus	Espinosa de pastizal		LC	Endémica
Sceloporus dugesii	Espinosa de Dugés		LC	Endémica
Sceloporus scalaris	Lagartija escamosa		LC	Endémica
Sceloporus torquatus	Espinosa de collar		LC	Endémica
SUB-ORDEN SERPENTES				
FAMILIA COLUBRIDAE				
Conopsis nasus	Culebra de nariz grande		LC	Endémica
Pituophis deppei	Cincuate mexicano	A	LC	Endémica
Salvadora bairdii	Culebra chata de Baird	Pr	LC	Endémica
Thamnophis scaliger	Jarretera alpina cola-corta	A	VU	Endémica
FAMILIA VIPERIDAE				
Crotalus molossus	Cascabel serrana	Pr	LC	
Crotalus triseriatus	Viborita de cascabel		LC	Endémica
ORDEN TESTUDINES				
FAMILIA KINOSTERNIDAE				
Kinosternon integrum	Casquito de fango mexicana	Pr	LC	Endémica

De las 16 especies de anfibios y reptiles observadas en el área de estudio 14 (87.5%) son endémicas de México (cuatro anfibios y 10 reptiles).

Del total de especies de anfibios y reptiles registradas en el SAR del proyecto, ocho se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo. Tres de ellas pertenecientes a la clase Amphibia, la rana *Lithobates neovolcanicus* en la categoría Amenazada (A), mientras que la ranita de Pátzcuaro *Eleutherodactylus angustidigitorum* y el ajolote michoacano *Ambystoma ordinarium* en la categoría de Protección Especial (Pr); y cinco especies pertenecientes a la clase Reptilia, las serpientes *Pituophis deppei* y *Thamnophis scaliger* en la categoría (A) y las serpientes *Salvadora bairdii y Crotalus molossus*, así como la tortuga *Kinosternon integrum* en la categoría (Pr).

Con base en el trabajo de campo y en los criterios utilizados para determinar la abundancia relativa de las especies registradas, de las ocho especies que se encuentran protegidas por la legislación nacional, seis de ellas, *Eleutherodactylus angustidigitorum, Pituophis deppei, Salvadora bairdii, Thamnophis scaliger, Crotalus molossus* y *Kinosternon integrum* fueron agrupadas en la categoría de Rara (R); y dos más, *Lithobates neovolcanicus* y *Ambystoma ordinarium* dentro de la categoría de Común (C).

Mastofauna

De las 475 y 525 especies de mamíferos establecidas para México por Ramírez-Pulido *et al.*, (2005) y Ceballos y Oliva (2005), en el SAR existe el 4.84% y 4.38% respectivamente. Con base en las 128 especies de mamíferos fijadas para el Estado de Michoacán por Ceballos y Oliva (2005), la riqueza observada en el SAR equivale al 17.97%.

Se registraron un total de 23 especies incluidas en 13 familias y siete ordenes. El orden que contribuyó con el mayor número de especies fue el Carnívora en el cual se registraron 10 especies incluidas en cinco familias; seguido por el Rodentia con cinco especies en dos familias, posteriormente Chiroptera con tres especies en dos familias; Didelphimorphia con dos especies en una familia y por último los ordenes Cingulata, Lagomorpha y Artiodactyla con una especie en una familia cada uno.

La siguiente Tabla muestra las categorías taxonómicas de los mamíferos observados en las localidades de muestreo de campo. Para cada especie se presenta el nombre común; la categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=Amenazada, Pr= Protección Especial) y UICN (LC-Preocupación menor, DD-Datos insuficientes, NE-No evaluado), así como también se indica cuando la especies es endémica a México.

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
CLASE MAMMALIA				
ORDEN DIDELPHIMORPHIA				
FAMILIA DIDELPHIDAE				
Tlacuatzin canescens	Tlacuachín		LC	Endémica
Didelphis virginiana	Tlacuache		LC	
ORDEN CINGULATA				
FAMILIA DASYPODIDAE				
Dasypus novemcinctus	Armadillo		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
ORDEN LAGOMORPHA				
FAMILIA LEPORIDAE				
Sylvilagus floridanus	Conejo		LC	
ORDEN RODENTIA				
FAMILIA SCIURIDAE				
Sciurus aureogaster	Ardilla gris		LC	
Spermophilus variegatus	Ardillón		LC	
FAMILIA MURIDAE				
Reithrodontomys fulvescens	Ratón		LC	
Sigmodon mascotensis	Rata algodonera		LC	Endémica
Sigmodon hispidus	Rata algodonera		LC	
ORDEN CARNIVORA				
FAMILIA FELIDAE				
Lynx rufus	Lince ó gato montés		LC	
FAMILIA CANIDAE				
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
Canis latrans	Coyote		LC	
FAMILIA MUSTELIDAE				
Mustela frenata	Comadreja		LC	
FAMILIA MEPHITIDAE				
Mephitis macroura	Zorrillo listado		LC	
Spilogale putorios	Zorrillo manchado		DD	
Conepatus leuconotus	Zorrillo		LC	
FAMILIA PROCYONIDAE				
Bassariscus astutus	Cacomixtle		LC	
Nasua narica	Tejón o coatí		LC	
Procyon lotor	Mapache		LC	
ORDEN CHIROPTERA				
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE				
Glossophaga soricina	Murciélago		LC	
Anoura geoffroyi	Murciélago		LC	
FAMILIA VESPERTILIONIDAE				

TAXA	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT	IUCN	Endemismo
Lasiurus blossevillii	Murciélago		LC	
ORDEN ARTIODACTYLA				
FAMILIA CERVIDAE				
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		LC	

De la riqueza mastofaunística registrada en el SAR del proyecto, ninguna especie está considerada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-059-2010. Dos de las especies de mamíferos registradas en la zona son endémicas a México, el tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*) y la rata algodonera (*Sigmodon mascotensis*).

Avifauna

La avifauna observada en el SAR quedó conformada por un total de 91 especies, agrupadas en 27 familias y 8 ordenes.

El orden Passeriformes presento la mayor riqueza de especies con 67, agrupadas en 19 familias, el segundo orden que contribuyó con el mayor número de especies fue el delos Apodiformes con un total de nueve, agrupadas en una familia. Posteriormente el de Accipitriformes con cinco especies en dos familias, luego el Falconiformes y Piciformes con tres especies y una familia cada uno, posteriormente el Columbiformes con dos especies en una familia, y por último se encuentran Galliformes, y Charadriiformes con un especie y una familia cada uno.

La siguiente Tabla muestra las categorías taxonómicas de las aves observadas en las localidades de muestreo de campo. Para cada especie se presenta el nombre común; la categoría de riesgo (A=Amenazada, Pr= Protección Especial) de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN (DD- Datos insuficientes, NT-Casi amenazado, LC-Preocupación menor y NE-No evaluada), así como también se indica cuando la especies es endémica a México.

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
CLASE AVES				
ORDEN GALLIFORMES				
FAMILIA ODONTOPHORIDAE				
Cyrtonyx montezumae	Codorniz Moctezuma		LC	
ORDEN ACCIPITRIFORMES				
FAMILIA CATHARTIDAE				
Coragyps atrattus	Zopilote común		LC	
Cathartes aura	Zopilote aura		LC	
FAMILIA ACCIPITRIDAE				
Accipiter striatus	Gavilán pecho-rufo	Pr	LC	
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	LC	
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja		LC	
ORDEN FALCONIFORMES				
FAMILIA FALCONIDAE				

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Falco sparverius	Halcón cernícalo		LC	
Falco columbarius	Halcón esmerejon	Pr	LC	
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr	LC	
ORDEN CHARADRIIFORMES				
FAMILIA CHARADRIIDAE				

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Charadrius vociferus	Chorlo tildío		LC	
ORDEN COLUMBIFORMES				
FAMILIA COLUMBIDAE				
Columbina inca	Tórtola cola larga		DD	
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera		LC	
ORDEN APODIFORMES				
FAMILIA TROCHILIDAE				
Colibri thalassinus	Colibrí oreja violeta		LC	
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho		LC	Endémica
Bassilina leucotis	Zafiro oreja blanca		LC	
Amazilia beryllina	Colibrí berilo		LC	Endémica
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta		LC	Endémica

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul		LC	
Eugenes fulgens	Colibrí magnífico		LC	
Archilocus colubris	Colibrí garganta rubí		LC	
Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha		LC	
ORDEN PICIFORMES				

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
FAMILIA PICIDAE				
Picoides scalaris	Carpintero mexicano		LC	
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero		LC	
Colaptes auratus	Carpintero de pechera		LC	
ORDEN PASSERIFORMES				
FAMILIA TYRANNIDAE				
Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño		LC	
Contopus cooperii	Pibí boreal		LC	
Contopus pertinax	Pibí tengo frío		LC	
Contopus sordidulus	Pibí occidental		LC	
Empidonax albigularus	Mosquero garganta blanca		LC	
Empidonax wrightii	Mosquero gris		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Empidonax occidentalis	Mosquero barranqueño		LC	
Empidonax fulvifrons	Mosquero pecho leonado		LC	
Sayornis nigricans	Papamoscas negro		LC	
Sayornis saya	Papamoscas llanero		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		LC	
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		LC	
Tyrannus vociferans	Tirano gritón		LC	
FAMILIA LANIIDAE				
Lanius ludovicianus	Alcaudón verdugo		LC	
FAMILIA VIREONIDAE				
Vireo plumbeus	Vireo plomizo		LC	
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo		LC	
FAMILIA CORVIDAE				
Cyanocitta stelleri	Chara crestada		LC	
Aphelocoma ultramarina	Chara pechigris		LC	
Corvus corax	Cuervo común		LC	
FAMILIA PARIDAE				

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Poecile sclaterii	Carbonero mexicano		LC	
Baeolophus wollweberi	Carbonero embridado		LC	
FAMILIA AEGITHALIDAE				

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Psaltriparus minimus	Sastrecillo		LC	
FAMILIA SITTIDAE				
Sitta pygmaea	Sita enana		LC	
FAMILIA CERTHIDAE				
Certhia americana	Trepador americano		LC	
FAMILIA TROGLODYTIDAE				
Campylorhynchus megalopterus	Matraca barrada		LC	
Campylorhynchus gularis	Matraca serrana		LC	
Catherpes mexicanus	Chivirín barranqueño		DD	
Thryomanes bewickii	Chivirín cola oscura		LC	
Troglodytes aedon	Chivirín salta pared		LC	
FAMILIA POLIOPTILIDAE				
Polioptila caerulea	Perlita azul-gris		LC	
Baeolophus wollweberi	Carbonero embridado		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
FAMILIA REGULIDAE				
Regulus satrapa	Reyezuelo de oro		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Regulus calendula	Reyezuelo de rojo		LC	
FAMILIA TURDIDAE				
Sialia mexicana	Azulejo garganta azul		LC	
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr	NT	
Catharus aurantiirostris	Zorzal pico anaranjado		LC	
Catharus occidentalis	Zorzal mexicano		LC	
Turdus migratorius	Mirlo primavera		LC	
FAMILIA MIMIDAE				
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo		DD	
Toxostoma crissale	Cuitlacoche crisal		LC	
Melanotis caerulescens	Mulato azul		LC	Endémica
FAMILIA PTILOGONATIIDAE				
Ptilogonys cinereus	Capulinero gris		NE	
FAMILIA PARULIDAE				
Oreothlypis ruficapilla	Chipe corona anaranjada		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Dendroica petechia	Chipe amarillo		LC	
Dendroica coronata	Chipe coronado		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Dendroica nigrescens	Chipe negro-gris		LC	
Dendroica towsendii	Chipe de Towsed		LC	
Dendroica occidentalis	Chipe cabeza amarilla		LC	
Mniotilta varia	Chipe trepador		LC	
Setophaga ruticilla	Chipe flameante		LC	
Seiurus voveboracensis	Chipe suelero		LC	
Myioborus pictus	Chipe ala blanca		LC	
Myioborus miniatus	Chipe de montaña		LC	
Wilsonia pusilla	Chipe corona negra		LC	
FAMILIA EMBERIZIDAE				
Atlapetes pileatus	Atlapetes gorra roja		LC	
Pipilo fuscus	Toquí café		LC	
Pipilo chlorurus	Toquí cola verde		LC	
Aimophila rufescens	Zacatonero rojizo		LC	
Melozone kieneri	Rascador nuca rufa		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Melospiza melodia	Gorrión cantor		LC	
Junco phaeonotus	Junco ojo lumbre		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
FAMILIA CARDINALIDAE				
Piranga leucoptera	Tangara ala blanca		LC	
Piranga ludoviciana	Tangara capucha roja		LC	
Pheucticus melanocephalus	Pico grueso tigrillo		LC	
Passerina caerulea	Pico gordo azul		LC	
FAMILIA ICTERIDAE				
Icterus bullockii	Bolsero calandria		LC	
FAMILIA FRINGILLIDAE				
Spinus psaltria	Jilguero dominico		LC	
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano		LC	

Del total de la riqueza de especies registradas para la clase Aves, cinco se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; todas incluidas en la categoría Pr. Con base en la estacionalidad de las aves, la cual se divide en residentes y migratorias, se obtuvo que 67 (73.63%) resultaron ser residentes y 24 (26.37%) migratorias de invierno.

Por otra parte, se establece que cuatro especies son endémicas de México, los colibrís *Cynanthus latirostris*, *Amazilia beryllina* y *Amazilia violiceps*, así como el mulato azul, *Melanotis caerulescens*.

Adjunto a este documento se presenta el listado taxonómico de todas las especies de anfibios, reptiles, mamíferos y aves registradas durante el trabajo de campo. En dicho documento se indica el estatus de conservación con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de considerar las categorías asignadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), condición de endemismo y estacionalidad (Anexo 4).

Tabla resumen de los factores bióticos y abióticos del diagnóstico ambiental del SAR

a) Factor abiótico

Factor abiótico	Descripción	Importancia/proceso
Clima	La superficie total del SAR cuenta con clima cálido subhúmedo.	Uno de los factores más importantes en la distribución y establecimiento de los ecosistemas es el clima. El SAR cuenta una riqueza de ecosistemas bien definidos, los cuales están íntimamente relacionados con la presencia de un tipo de clima templado subhúmedo, e influenciado por las variaciones en temperatura y humedad.
Viento	La intensidad de los vientos en el SAR se debe a su cercanía con el Océano Pacifico, ya que la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar crean	Uno de los procesos más importantes dentro del SAR es el que involucra a los vientos provenientes del Océano Pacífico, ya que estos vienen cargados de humedad, que al interactuar con el sistema montañoso del Eje

Factor abiótico	Descripción	Importancia/proceso
	movimientos de convección en el aire; la tierra se calienta más rápido por lo que las capas de aire en contacto con el suelo se dilatan y ascienden siendo sustituido por aire frío del mar.	Neovolcánico, se produce una descarga de gran parte de su humedad en forma de precipitación.
Geología	Los tipos de material que predominan en el SAR son rocas de origen ígneo extrusiva.	No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del SAR, sin embargo, de acuerdo con el modelo realizado, utilizando la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE, se observó que prácticamente todo el SAR se encuentra en riesgo de pérdida de suelo en un rango medio y alto, con excepción de algunas áreas poco elevadas y cercanas a la Ciudad de Morelia.
Suelo	Los tipos de suelo presente en el SAR es el Andosol, Luvisol y Vertisol	Se realizaron muestreo de campo en el SAR encontrando diferencias a lo establecido por INEGI, los resultado arrojaron que hay 4 tipos de suelo, Vertisoles, Rankers, Litosoles y Feozem.
Hidrología	El SAR se encuentra dentro de la Región "Lerma-Chapala-Santiago".	El agua es uno de los factores ambientales determinantes en el SAR, pues la distribución de la vegetación, y el desarrollo de actividades agrícolas dependen de la disponibilidad del recurso. En la zona central de la porción del SAR se localiza el distrito de riego "Morelia-Queréndaro". En la porción suroeste se encuentra el distrito "Tzurumutaro". Dentro del SAR el escurrimiento superficial de mayor importancia es el

Factor abiótico	Descripción	Importancia/proceso
		Río Chiquito, de cuya continuidad a nivel del patrón de drenaje superficial dependen áreas de importancia ambiental, flujo que no se modificará con el desarrollo del proyecto carretero.
Infiltración	El SAR se asienta parcialmente sobre acuíferos los cuales proveen de agua potable a la Ciudad de Morelia, el mantener la cantidad y la calidad (Balance hídrico) es de suma importancia, para la conservación del recurso.	La distribución de la cantidad de agua que se infiltra en el SAR, está fuertemente relacionada con el tipo y uso de suelo sobre el que se asienta, así tenemos que el SAR se puede dividir claramente en tres grandes zonas de infiltración. La primera es la de recarga alta que se ubica en la parte sureste del SAR en lo que corresponde a las zonas conservadas de vegetación bosque de encino, la segunda zona de recarga clasificada como media se encuentra distribuida en todo el SAR y es la que mayor superficie ocupa dentro del mismo, teniendo como principales usos del suelo los agropecuarios y el bosque de encino. Finalmente, el área de recarga baja o nula cuenta con una extensión que se establece en áreas urbanas y/o cubiertas por infraestructura
Erosión	No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del SAR, sin embargo, la información con la que se cuenta sobre los tipos de suelo, pendiente y precipitación media anual fueron incorporadas como variables para realizar en esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, un modelo con base en la	De acuerdo con el ejercicio realizado en esta MIA-R para evaluar el grado de erosión hídrica del suelo en el SAR delimitado, se observa que prácticamente todo el Sistema se encuentra en riesgo de pérdida de suelo en un rango medio y alto, con excepción de las áreas poco elevadas, en donde la pérdida disminuye hasta un rango menor a 10 ton/ha/año.

Factor abiótico	Descripción	Importancia/proceso
	ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) y representadas gráficamente en un Sistema de información geográfica.	
Crecimiento acelerado mancha urbana	El paisaje actual que domina esta región, corresponde a un mosaico de pastizales inducidos y parcelas agrícolas, en las que se cultiva principalmente maíz, así como asentamientos humanos.	La zona sur de la Ciudad de Morelia, en la cual se ubica el SAR del proyecto ha mostrado un crecimiento acelerado, principalmente dado por la reconversión de parcelas agropecuarias en nuevos asentamientos habitacionales. Esta condición es sólo incipiente, pues la tendencia del crecimiento en esta región de Morelia continuará a corto y mediano plazo, con lo cual no sólo habrá una creciente demanda de servicios, sino que la ocupación sobre espacios actualmente rurales o con un uso de suelo forestal no cesará.
Desarrollo agropecuario	Dentro del SAR, los campos agropecuarios ocupan el segundo uso de importancia en cuanto a superficie con 2,144.88 Ha.	Actualmente los campos agropecuarios están sufriendo una reconversión en nuevos desarrollos urbanos en el sur de la Ciudad de Morelia. Esta tendencia a la urbanización que se mantendrá en el corto y mediano plazo, dará como resultado que las actividades agropecuarias de la zona desaparezcan o bien se desplacen hacia zonas más alejadas de la Ciudad de Morelia.

b) Factor abiótico

Factor biótico	Descripción	Importancia/procesos
Vegetación	La vegetación actual en el SAR constituye un mosaico de diversas asociaciones vegetales originales, entre las que predomina la Bosque de Pino Encino, Matorral Subtropical y Bosque Cultivado, principalmente estos en distintos estados de conservación, intercalada con áreas destinadas a actividades agropecuarias.	Los diferentes tipos de vegetación están proveyendo —además de diferentes recursos a los pobladores—, diversos servicios ecosistémicos, tales como captación de agua, mantenimiento de biodiversidad, incluyendo de especies en riesgo, así como la conectividad biológica a nivel regional y hábitat para especies de fauna silvestre. Las actividades agropecuarias han desplazado a las comunidades vegetales originales, sin embargo, también son hábitat y fuente de alimentos para distintas especies de fauna silvestre.
Fauna	La riqueza de especies de fauna observadas durante el trabajo de campo reportó 130 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 5 especies fueron anfibios, 11 reptiles, 23 mamíferos y 91 especies de aves. De las especies registradas en este inventario, 13 están incluidas en el	Las especies de fauna son parte integral del ecosistema, y participan en distintos procesos e interacciones que pueden ser determinantes para su buen funcionamiento. Las comunidades de vertebrados en el SAR se encuentran en buen estado de conservación, aun

Factor biótico	Descripción	Importancia/procesos
	listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), encontrándose agrupadas de la siguiente manera: 10 en la categoría de Protección Especial (Pr), 3 especies para la categoría de Amenazadas (A),	cuando existe fuerte presión para algunos grupos específicos, tales como los mamíferos medianos y grandes por la cacería no reglamentada, y para los peces y anfibios por la contaminación de los cuerpos de agua superficiales.

IV.2.3. Medio socioeconómico

IV.2.3.1. Contexto regional

El contexto regional donde se pretende desarrollar el proyecto, se ubica en la Ciudad de Morelia, que pertenece a la Región III Cuitzeo localizada en la zona centro-norte del Estado. Su cabecera es la capital del Estado de Michoacán. Limita al norte con Tarímbaro, Chucándiro y Huaniqueo; al este con Charo y Tzitzio; al sur con Villa Madero y Acuitzio; y al oeste con Lagunillas, Coeneo, Tzintzuntzan y Quiroga. Su distancia a la capital de la República es de 315 km.

El proyecto como ha quedado descrito con mayor amplitud en el capítulo II de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para la “Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo”, tiene como principal objetivo el dar mayor fluidez a los congestionamientos viales ocasionados por los automovilistas que se ven obligados a cruzar por la zona urbana y los efectos adversos que ello conlleva.

Para evaluar los efectos sociales y económicos que el proyecto tendrá sobre la población, es necesario describir cada uno de sus procesos actuales. El SAR definido para el presente proyecto incluye únicamente a la Ciudad de Morelia, por lo que en este apartado solo nos abocaremos a describir los datos específicos de esta Ciudad.

La Ciudad de Morelia tiene una extensión territorial de 1,199.02 km^2 y representa el 2.03 por ciento del total del Estado.

En la estratificación nacional de las Regiones Socioeconómicas del país, el Estado de Michoacán se encuentra con un nivel medio de marginalidad, tal como se muestra en el gráfico siguiente.

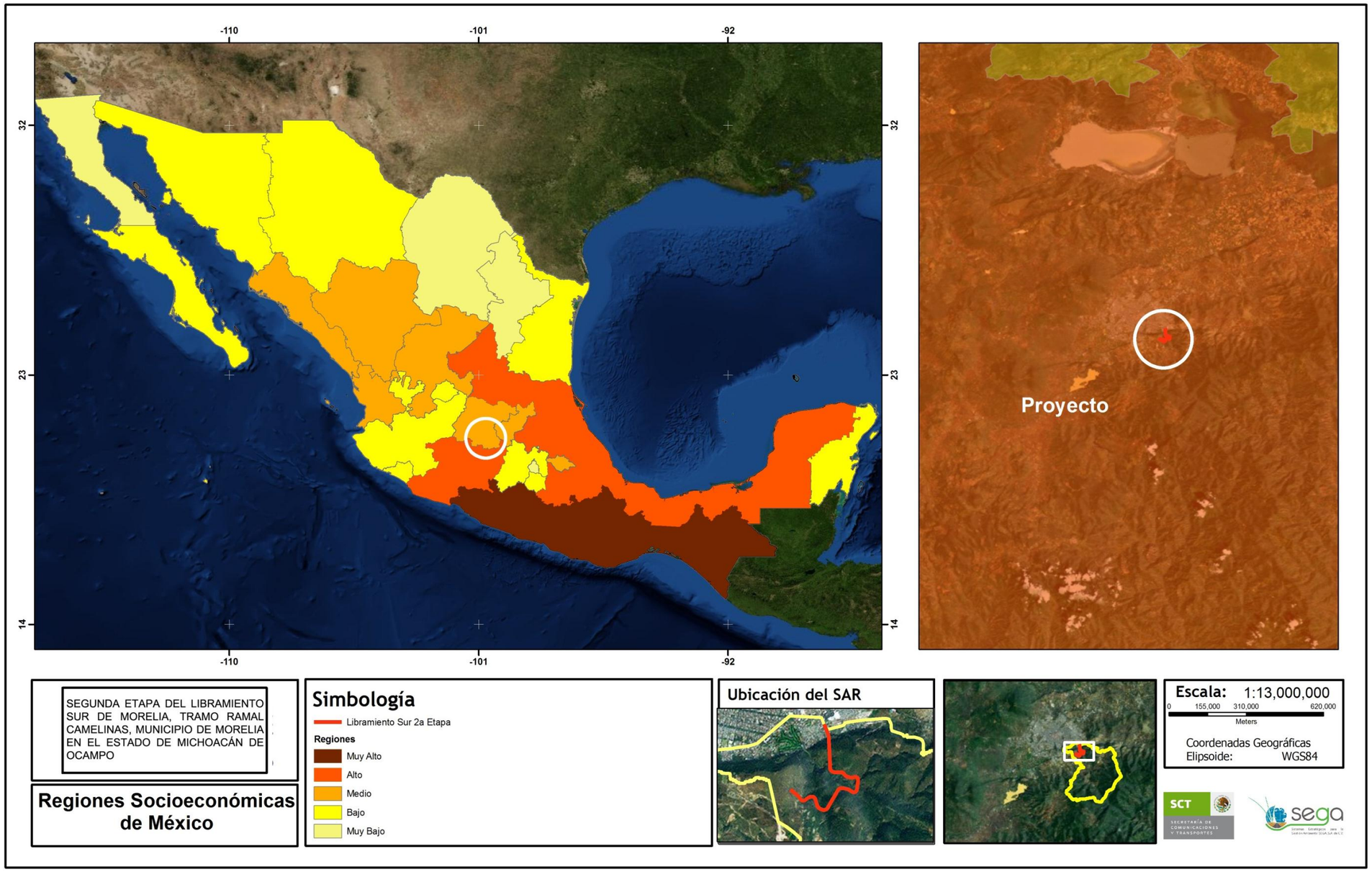


Figura IV. 68. Regiones socioeconómicas de México.

IV.2.3.2. Dinámica poblacional

a) Dinámica poblacional

En el Municipio de Morelia en 1990, la población representaba el 13.89 % del total del Estado. Para 1995, se tiene una población de 577,570 habitantes, su tasa de crecimiento es del 3.44 por ciento anual y la densidad de población es de 482 habitantes por kilómetro cuadrado. El número de mujeres es relativamente mayor al de hombres. Para el año de 1994, se dieron 16,616 nacimientos y 2,378 defunciones.

En el año 2000 el Municipio contaba con 620,532 habitantes y de acuerdo al II Conteo de Población y Vivienda del 2005 el Municipio refiere un total de 684,145 habitantes.

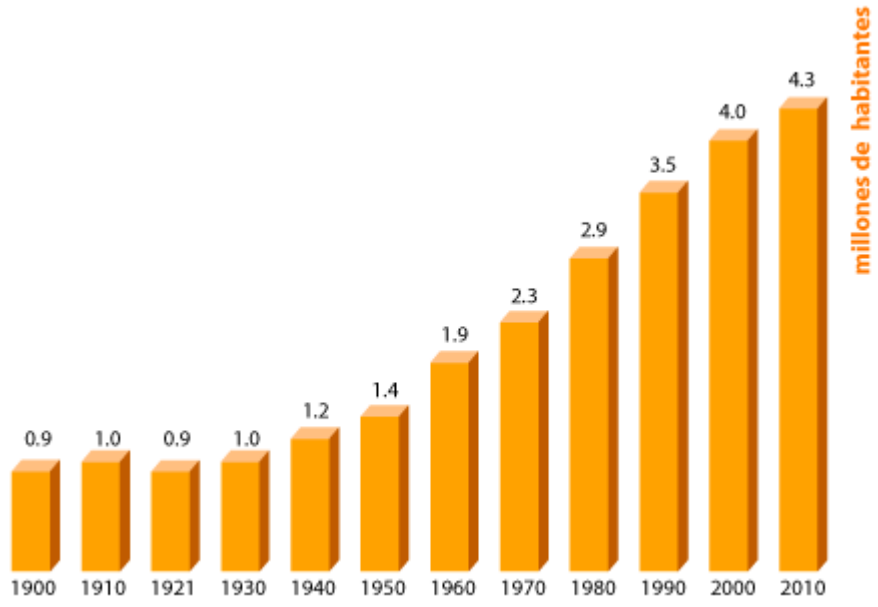
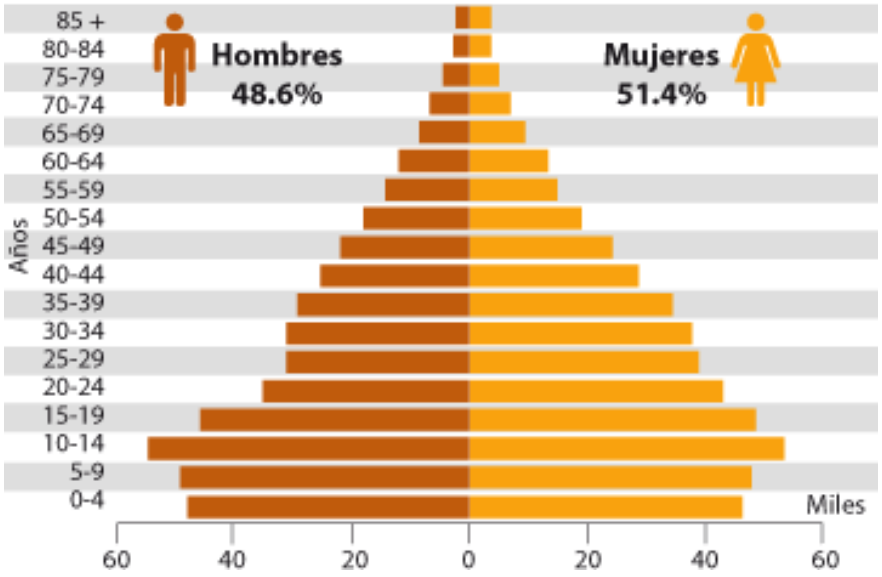


Figura IV. 69. Población total del estado de Michoacán de Ocampo (1900 - 2010).

FUENTE: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

El Estado de Michoacán de Ocampo registró una población de 4,351,037 habitantes en el último censo levantado por el INEGI en el año 2010; esto lo ubica en el noveno lugar a nivel nacional. Y al igual que en la mayoría de los estados mexicanos, la pirámide poblacional michoacana descansa sobre una base del 60 conformada por jóvenes menores de 29 años.



FUENTE: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

La composición por sexo en la entidad es del 48.60% de hombres y el 51.40% por mujeres, siendo el rango de edad más sobresaliente el que oscila entre los 10 y 14 años de edad.

El Municipio de Morelia, es el que presenta el crecimiento más importante, puesto que su población se incrementó 4.5 veces la población que presentaba en 1960.

En cuanto a la Densidad de la Población para la entidad, se encuentra por encima del promedio nacional que es de 57 personas por kilómetro cuadrado, y de Michoacán es de 74 habitantes por Km^2, tal como se muestra en el gráfico siguiente:

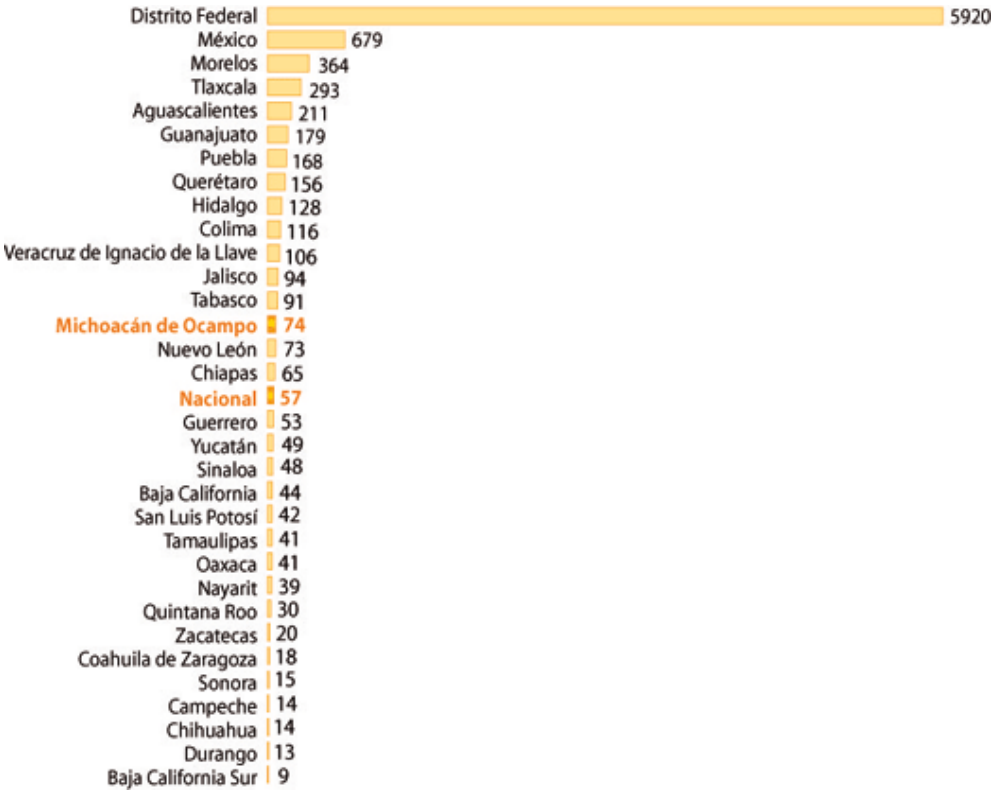


Figura IV. 70. Densidad de la población por entidad federativa (año 2010).

FUENTE: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

b) Procesos Migratorios La tasa de emigración del estado es de las más altas del país, con 0.4 puntos porcentuales frente a 0.16 del promedio nacional.

Emigración interna. En el año 2005 salieron de Michoacán 69,139 personas para vivir en otra entidad. De cada 100 personas: 17 se fueron a vivir a Jalisco, 13 al Estado de México, 13 a Baja California, 9 al Distrito Federal y 8 a Guanajuato2. El lugar que ocupa Michoacán respecto a la cantidad de personas que emigran a otra entidad es el número 11.

Inmigración interna. En el 2005 llegaron de otras Ciudades a vivir a Michoacán 58,973 personas. 20 provienen del estado de México, 11 del Distrito Federal, 12 de Jalisco, 11 Guerrero y 9 de Guanajuato3. En cuanto al lugar que ocupa Michoacán respecto a la cantidad de personas que inmigran de otras entidades es el número 15.

Emigración internacional. Al año 2000, 165,502 habitantes de Michoacán se fueron de esta entidad para vivir en Estados Unidos de América; esto significa 42 de cada 1,000 personas. El promedio nacional es de 16 de cada 10,004.

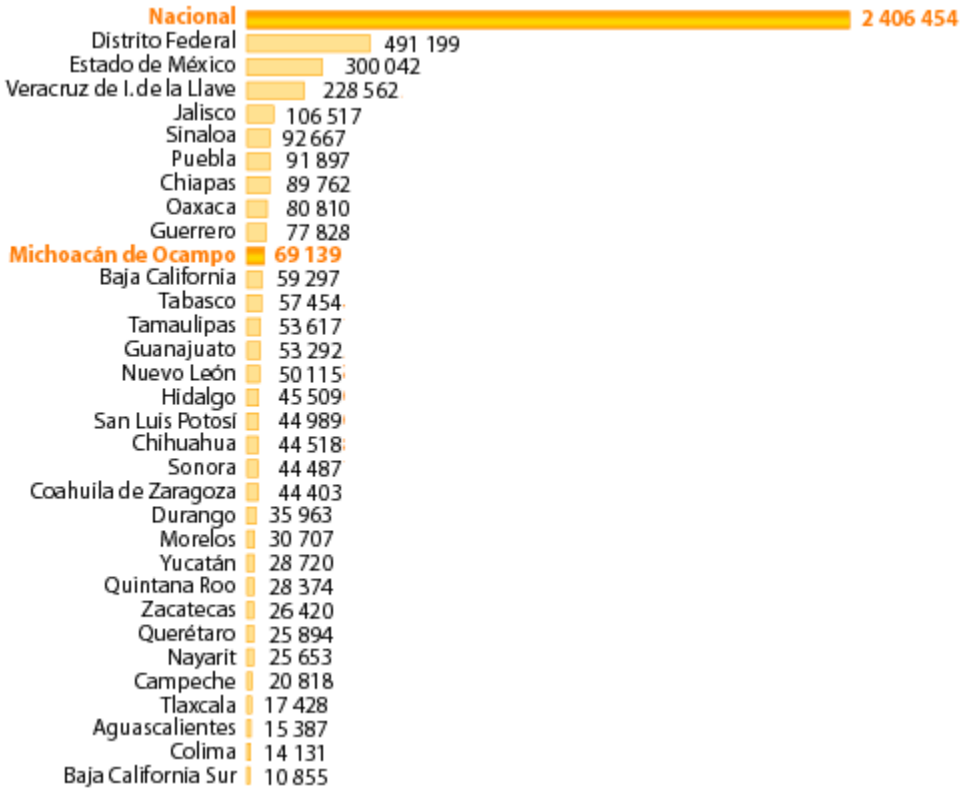


Figura IV. 71. Emigrantes por entidad federativa (año 2005).

FUENTE: INEGI. Consulta Interactiva de Datos. II Conteo de Población y Vivienda 2005

Nota: Migración según lugar de residencia cinco años antes. Las cifras se refieren a la población de 5 años y más. Excluye a la población que cinco años antes residía en otro país.

En relación con los datos de migración, nos indican que Morelia presenta un porcentaje de hogares con migrantes, por debajo de la media estatal, pero por arriba de la media nacional. En este mismo sentido, el grado de intensidad migratoria es Bajo para Morelia.

Esto indica que la capital del estado de Michoacán, donde se pretende desarrollar el proyecto de Libramiento Sur de Morelia, presenta un incremento en la oportunidad de empleo, lo que favorecerá a un sector importante de la PEA a minimizar los fenómenos migratorios hacia los Estados Unidos.

IV.2.3.3. Actividades económicas

a) Población económicamente activa

Como se ha descrito con anterioridad el proyecto solo se pretende desarrollar en el Municipio de Morelia, sin embargo, para lograr tener un punto de comparación, se hará referencia a dos Municipios colindantes a la capital del Estado, como lo son Pátzcuaro y Copándaro.

Derivado de lo anterior se señalan las cifras para la población económicamente activa (PEA), esto es la cantidad de personas que se han incorporado al mercado de trabajo, que tienen un empleo o que lo buscan, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV. 34. Población económicamente activa por sexo y PEA por sectores.

Municipio	PEA	% de la PEA hombres	% de la PEA mujeres	% de la PEA en el sector primario	% de la PEA en el sector secundario	% de la PEA en el sector terciario
Morelia	233,505	63.27	36.73	3.6	24	72.4
Pátzcuaro	25,654	68.23	31.77	13.2	30.1	56.7
Copándaro	2,784	68.97	31.03	52.2	27.2	20.6

FUENTE: INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Como se puede apreciar en la anterior, para el Municipio de Copándaro, un gran porcentaje de la PEA, se encuentra ocupada en las actividades del sector primario, principalmente agricultura y ganadería, lo cual incide de manera directa con los Municipios que presentan la mayor cantidad de migrantes a los Estados Unidos.

Por lo que respecta a los Municipios de Pátzcuaro y Morelia, el mayor porcentaje de la PEA se encuentra ocupada en las actividades del sector terciario y el menor porcentaje se dedica a actividades del sector primario, siendo los Municipios con una población mayor, pero con menor grado de intensidad migratoria.

b) Sectores productivos

En el Estado de Michoacán el Sector Productivo con una participación mayor al PIB estatal son los Servicios comunales, sociales y personales, con el 24.9% de aportación, seguido por el comercio, restaurantes y hoteles con el 17.2%, siendo los menos representativos los relacionados con la electricidad, gas u agua con el 2.2% y la Minería con el .07%.

A continuación se muestra la siguiente tabla con los porcentajes de aportación al PIB estatal, según cifras del INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2006.

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2006)
Servicios comunales, sociales y personales	**24.9**
Comercio, restaurantes y hoteles	**17.2**
Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler	**15.7**
Agropecuaria, silvicultura y pesca	**12.5**
Industria manufacturera. Dentro de ésta, destacan las industrias metálicas básicas.	**12.4**
Transporte, almacenaje y comunicaciones	**9.0**
Construcción	**6.2**
Electricidad, gas y agua	**2.2**
Minería	**0.7**
Servicios Bancarios Imputados	**-0.6**
Total	**100**

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2006

Para Morelia el sector primario no es significativo en el Municipio, de manera que contempla un 3.6% dentro de la actividad económica. Se llevan a cabo algunas actividades relacionadas con agricultura y silvicultura. Respecto al sector secundario, los principales son la industria manufacturera, construcción, electricidad. Su principal actividad es el turismo, por localizarse cerca de poblaciones con tradiciones y próxima a escenarios naturales, como Los Azufres y los lagos de Pátzcuaro y de Cuitzeo, entre otros sitios, y por haberse fundado la Ciudad de Morelia el 18 de mayo de 1541 y contar, por lo mismo, con un

significativo acervo arquitectónico, cultural e histórico, en la cabecera del Municipio se desarrolla una importante actividad turística.

En la Tabla siguiente, se aprecia que la población ocupada de 12 años y más por sector de actividad en el Municipios de Morelia es de 230,201 personas, donde la población de sexo masculino representa un promedio de 63.14% y la femenina 36.86% respecto al total de la población ocupada, la población ocupada en la agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal es de 3.49%, la población ocupada en la industria extractiva y de transformación es de 13.21%, la ocupada en la industria de la construcción representa el 10.13%, la población que se dedica al comercio es de 21.54%, la que se dedica a las comunicaciones y transportes es de 6.27%, la población que se dedica a los servicios representa poco más de una tercera parte 36.11% y la que se dedica a actividades del gobierno la conforma un 6.45%.

POBLACIÓN TOTAL	230,201
Hombres	145,348
Mujeres	84,853
Agricultura, Ganadería, Aprovechamiento Forestal.	8,041
Industria Extractiva De Transformación	30,422
Construcción	23,320
Comercio	49,579
Comunicaciones Y Transporte	14,437
Servicios	83,133
Actividades Del Gobierno	14,861

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. 2001-2006

Comparando la población total de 12 y más años con la población empleada de 12 años y más podemos obtener la población desempleada en este rango de edad para el Municipio de Morelia se muestra que el 54% de las personas en edad de laborar no tienen empleo, mucho más de la mitad, lo cual indica en promedio que por cada persona empleada existe 1.2 personas desempleadas.

IV.2.3.4. Indicadores socioeconómicos

a) Indicadores de pobreza Índice de Pobreza Humana (IPH).-

El desarrollo humano consiste en ampliar las opciones, la pobreza significa una privación de las oportunidades y las opciones más básicas para el desarrollo humano. Una persona pobre no tiene la libertad de llevar una vida larga, saludable y creativa y se le niega el acceso a un nivel de vida digno, a la libertad, a la dignidad, al respeto propio y al respeto por los demás. Desde la perspectiva del desarrollo humano, la pobreza no sólo significa la falta de lo necesario para lograr el bienestar material. Para las autoridades responsables de formular políticas, la falta de opciones y oportunidades frecuentemente es más importante que la falta de ingresos. La falta de opciones se concentra en las causas de la pobreza y apunta directamente a estrategias de potenciación y otras acciones para mejorar las oportunidades de todas las personas. Reconocer la falta de opciones y oportunidades implica que la pobreza debe atacarse en todos sus aspectos, no solamente en los ingresos.

El Informe sobre Desarrollo Humano de 1997 presentó por primera vez un Índice de Pobreza Humana (IPH) para intentar reunir en un índice compuesto las distintas características de las privaciones en la calidad de vida con el fin de emitir un juicio agregado sobre el grado de pobreza de una comunidad.

Señalando tres indicadores del **Índice de Pobreza Humana (IPH),** en lugar de utilizar los ingresos para medir la pobreza, el IPH mide las dimensiones más básicas en que se manifiestan las privaciones: una vida corta, falta de educación básica y falta de acceso a los recursos públicos y privados. El IPH se concentra en las privaciones en los tres componentes básicos de la vida humana que refleja el IDH: vida larga y saludable, educación y un nivel de vida digno. El IPH se calcula de manera separada para los países en desarrollo y en transición (IPH-1) y para un grupo de países de altos ingresos de la OCDE seleccionados (IPH-2) con el fin de reflejar mejor las diferencias socioeconómicas y las amplias diferencias en la medición de las privaciones en ambos grupos. (PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)

- El primer aspecto de la privación es la **supervivencia**: la probabilidad de morir a una edad relativamente temprana, representada por la probabilidad de no vivir más de 40 y 60 años para el IPH-1 y el IPH-2, respectivamente.

El segundo aspecto refiere a la **educación**: la exclusión del mundo de la lectura y de la comunicación, medida según el porcentaje de adultos analfabetos.
El tercer aspecto se relaciona con **un nivel de vida digno**, más específicamente, el acceso a los medios económicos en general.

El concepto de Desarrollo Humano.- El Desarrollo Humano es un paradigma de desarrollo que va mucho más allá del aumento o la disminución de los ingresos de un país. Comprende la creación de un entorno en el que las personas puedan desarrollar su máximo potencial y llevar adelante una vida productiva y creativa de acuerdo con sus necesidades e intereses.

Las personas son la verdadera riqueza de las naciones. Por lo tanto, el desarrollo implica ampliar las oportunidades para que cada persona pueda vivir una vida que valore. El desarrollo es entonces mucho más que el crecimiento económico, que

constituye solo un medio —si bien muy importante— para que cada persona tenga más oportunidades.

Para que existan más oportunidades lo fundamental es desarrollar las capacidades humanas: la diversidad de cosas que las personas pueden hacer o ser en la vida. Las capacidades más esenciales para el desarrollo humano son disfrutar de una vida larga y saludable, haber sido educado, acceder a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida digno y poder participar en la vida de la comunidad. Sin estas capacidades, se limita considerablemente la variedad de opciones disponibles y muchas oportunidades en la vida permanecen inaccesibles.

La utilización del IDH permite reconocer la marcada desigualdad prevaleciente en el país en esta materia: en los Municipios de mayor grado de desarrollo en el país, el valor del índice se asemeja e incluso supera a las de las naciones más ricas y prósperas; en cambio, en los Municipios más atrasados se registran condiciones similares a las de las naciones actualmente más pobres y en algunos casos a las existentes en México un siglo atrás.

En la siguiente tabla se presentan los IDH para el Municipio de Morelia donde se pretende realizar el proyecto del Libramiento Sur de Morelia; en dicha tabla se puede observar que presenta un IDH más alto que la media nacional, en contraste con otros Municipios colindantes como Pátzcuaro y Cópandaro, que se encuentran por debajo de la media nacional.

Tabla IV. 35. Índice de desarrollo humano (IDH).

Municipio	Índice de salud	Índice de educación	Índice de ingreso	IDH
Morelia	0.8522	0.8547	0.77	0.8256
Pátzcuaro	0.8175	0.7845	0.6733	0.7585
Copándaro	0.7758	0.7233	0.06242	0.7078
Nacional	0.8250	0.8331	0.7513	0.8031

FUENTE: CONAPO 2001. "Índices de Desarrollo Humano, 2000. Anexo Estadístico. Índice de Desarrollo Humano por Municipio, 2000"

Índice de marginación.- El índice de marginación es una medida resumen de nueve indicadores socioeconómicos que permiten medir formas de la exclusión social y que son variables de rezago o déficit, esto es, indican el nivel relativo de privación en el que se subsumen importantes contingentes de población (los indicadores y el índice resultante se presenta en Tabla siguiente. Este indicador no solo da cuenta del impacto global de los déficits, sino además cumple con las características que hacen posible el análisis de la expresión territorial del fenómeno. Es decir, que:

1) reduce la dimensionalidad original y al mismo tiempo retiene y refleja al máximo posible la información referida a la dispersión de los datos en cada uno de los nueve indicadores, así como las relaciones entre ellos, y

2) permite establecer una ordenación entre las unidades de observación: estados, Municipios o localidades.

En la generación del índice se seleccionaron las variables cuya expresión empírica tuviera un claro referente conceptual como indicadores de la marginación social. Así, los mayores desafíos que enfrenta el país, confo0rme a los resultados del XII

Censo General de Población y Vivienda, corresponden a las remuneraciones de la población ocupada y a las viviendas con espacios suficientes para albergar a la población de acuerdo con el número de miembros de cada hogar. Un segundo grupo corresponde a la dispersión de la población en un amplio conjunto de localidades pequeñas, muchas de las cuales se encuentran en situación de aislamiento (lejos de una carretera o Ciudad); aquí también se incluye el indicador que permite dimensionar los montos relativos de la población que no concluyó la escuela primaria. Al final queda un conjunto de variables que a pesar de mostrar promedios bajos, no debe soslayarse su importancia, toda vez que dan cuenta de los segmentos de población que están excluidos de diversos satisfactores que, dado el nivel de desarrollo del país, debieran ser de acceso universal.

El diseño del índice permite agrupar las entidades federativas en cinco conjuntos claramente diferenciados, de acuerdo con la síntesis de las nueve formas de exclusión social. Para ello, se utilizó la Técnica de Estratificación Óptima desarrollada por Dalenius y Hodges. La aplicación de este método estadístico lleva a dividir el recorrido del índice de marginación estatal (–1.52944, 2.25073), en cinco subintervalos, mediante cuatro puntos de corte: –1.15143, -0.39539, –0.01738 y 0.73866. De esta manera, una entidad federativa tendrá Muy bajo, Bajo, Medio, Alto o Muy alto grado de marginación, según el intervalo en que se ubique el valor de su índice.

Tabla IV. 36. Indicadores utilizados en la determinación del índice de marginación.

Indicadores	Morelia
Población total	684,145
% población analfabeta de 15 años o más	4.95
% población sin primaria completa de 15 años o más	16.51
% de ocupantes de viviendas sin drenaje ni servicio de sanitario	1.16
% ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.51
% ocupantes en viviendas sin agua entubada	3.58
% viviendas con algún nivel de hacinamiento	26.86
% ocupantes en viviendas con piso de tierra	5.99
% población en localidades con menos de 5,000 habitantes	9.23
% población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	38.78
Lugar que ocupa en el contexto estatal	113
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,361

FUENTE: Estimaciones del CONAPO con base en el II Conteo de Población y Vivienda 2005, y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) 2005, IV Trimestre.

En la Tabla anterior, se puede apreciar que Morelia es el Municipio que presenta un grado de marginación Muy bajo, debido a diferentes características, aunado a que es la capital del estado de Michoacán, lo que favorece su desarrollo y la infraestructura con la que cuenta, sin embargo es importante precisar que por el grado de concentración poblacional requiere un desarrollo en la infraestructura vial con la que cuenta actualmente.

Derivado de lo anterior, las condiciones actuales del sistema vial de Morelia resultan insuficientes, dado el crecimiento poblacional y desarrollo económico, por lo cual resulta propicio el desarrollo de un proyecto como el que aquí se plantea.

IV.2.3.5. Afectaciones derivadas del desarrollo del proyecto en la región

a) Tipos de organizaciones sociales predominantes

En el Municipio de Morelia y particularmente en la zona por donde cruza el trazo, las organizaciones sociales encontradas, están referidas a núcleos agrarios particularmente ejidos.

b) Tipos de propiedad de la tierra

Dentro del SAR, como ha quedado descrito, cuenta con una superficie de 6,798.72 ha. y dentro del mismo se tienen identificados diez tipos de usos del suelo, la más importante es el Bosque de Pino de Encino (BPQ) con una superficie dentro del SAR de 3,537.73 ha. que representan el 52.0% con respecto al Sistema Ambiental Regional (SAR); el uso de suelo Agropecuario (AP) tiene una representatividad dentro del SAR de 2,144.88 ha., representando el 31.5%; seguido por el uso de suelo de Matorral Subtropical (MST) con 363.95 ha, que representan el 5.4% edl Sistema; la Zona Urbana (ZU) con una superficie de 294.29 ha., representando el 4.3%, el Bosque de Encino (BQ) cuenta con una superficie de 191.77 ha., representando el 2.8%, el Bosque Cultivado (BC) con 174.27 ha., representando el 2.6%, los Caminos (C) que se encuentran dentro del SAR, que tienen una superficie de 33.94 ha., que representa el 0.5%, el Bosque de Pino (BP) que cuenta con una superficie de 25.20 ha., que representa el 0.4%, la Vegetación Riparia (VR) con una superficie de 23.58 ha., 0.3%, y por último los Cuerpos de Agua (CA) existentes, que tienen una representatividad de 9.11 ha, conformando sólo el 0.1% del SAR.

En relación a las superficies afectadas con la construcción del trazó, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. 37. Afectación de superficies por construcción del trazo carretero.

NO.	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIES POR CONCEPTO/OBRA (m^2)					
		Casa de máquinas	Libramiento	Puente	Portales	Total (m^2)	Total (ha)
1	Matorral subtropical		12,242.98	1,762.64	2,442.64	16,448.26	1.645
2	Bosque de encino		12,806.06		1,602.05	14,408.11	1.441
3	Agropecuario	1,438.95	8,109.47		1,300.32	10,848.74	1.085
4	Zona urbana	4.12	2,631.48		3.05	2,638.65	0.264
5	Caminos		123.43	29.07		152.50	0.015
6	Vegetación riparia			51.25		51.25	0.005
	TOTAL	**1,443.07**	**35,913.42**	**1,842.96**	**5,348.06**	**44,547.51**	**4.455**

c) Grado de aceptación del proyecto por parte de las comunidades vecinas

El proyecto cuenta con aceptación por parte de la población de Morelia, debido al beneficio que implica en la liberación de vialidades actualmente saturadas y la disminución de tiempos de traslado.

d) Empleos generados por el proyecto

Una obra de esta naturaleza genera una importante derrama económica. Para esta obra en particular se estima una inversión de $630,000.00 (Seiscientos treinta millones de pesos 00/100 M.N) tal como se señala con mayor precisión en el

Capítulo II de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional para la “Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo”, y una importante generación de empleos temporales y permanentes, directos e indirectos.

Los requerimientos del personal serán los necesarios para efectuar la construcción de las diferentes etapas del Libramiento Sur de Morelia, donde se destaca que las etapas de construcción de obras de drenaje, estructuras, señalamiento y casetas de cobro son las de mayor necesidad de personal, considerando albañiles, carpinteros, peones y fierreros principalmente. En el caso de las terracerías y los pavimentos el principal insumo es la maquinaria, por lo que se requiere menor cantidad de personal, siendo necesarios peones, rastrilleros, cadeneros y operadores de maquinaria. En la siguiente tabla se presenta el número de empleos que serán generados por la obra.

Tabla IV. 38. Requerimientos de personal.

Etapa	Tipo de mano de obra		Tipo de empleo			Disponibilidad regional %
	No Calificada	Calificada	Permanente	Temporal	Extraordinario	
Preparación del Sitio	20	10	10	20	0	100
Construcción	265	195	195	265	35	100
Operación	4	50	54	4	0	100
Mantenimiento	10	18	18	10	0	100
TOTAL	299	273	277	299	35	

El personal de operación, se distribuye entre operadores de radiocomunicación, operadores de grúas, personal de intendencia y personal de mantenimiento principalmente.

e) Afectaciones a los factores socioeconómicos

La dinámica de los diferentes sectores económicos de Morelia es responsable de los desbalances encontrados en el equilibrio ecológico del SAR, donde se localiza el trazo del proyecto. De hecho, el 60.9% de la superficie total del SAR tiene un uso de suelo de tipo forestal, y el 39.01% restante tienen diferentes tipos de uso no forestal. Como ha quedado descrito anteriormente, la superficie total requerida para el desarrollo del proyecto es de 4.455 ha., de las cuales sólo el 3.09 ha mantiene un uso forestal y las restantes 1.36 ha corresponden a terrenos urbanos y a los utilizados para actividades económicas del sector primario no silvícolas.

No se tiene identificado a la fecha posibles conflictos por el uso, demanda y aprovechamiento de los recursos naturales entre los diferentes sectores productivos, ésto debido a que se tiene perfectamente definidas las actividades productivas en su relación con el aprovechamiento de los recursos naturales.

Es importante resaltar, que los pobladores de la zona de influencia del proyecto tienen la sensibilización hacia la conservación de los recursos, además que la aplicación de las políticas públicas y los apoyos para la conservación de los recursos naturales han fructificado, en el sentido de que no existe un incremento en la afectación de áreas vegetales o con destinos forestales, para ocuparlos para la agricultura o la ganadería, que son las actividades que por sus características inherentes, podrían influir para suscitar conflictos por el uso, demanda y aprovechamiento de los recursos naturales.

A lo largo del presente apartado de análisis y descripción de los rasgos socioeconómicos del Municipio de Morelia, con respecto a la entidad federativa y a los promedios nacionales, se pudieron constatar los indicadores socioeconómicos que presenta este municipio, sin embargo, es importante resaltar que uno de las estrategias en materia de políticas públicas para promover el desarrollo e incrementar la calidad de vida de los habitantes, es la promoción de actividades económicas y fortalecer dichas actividades es parte primordial para lograrlo.

Una de las alternativas más viables para coadyuvar en el desarrollo de la región, es el fortalecimiento de la infraestructura de los servicios, las vías de comunicación terrestre conllevan en sí de forma intrínseca, a un mayor desarrollo asociado a las poblaciones beneficiadas, porque hacer más fácil el traslado de bienes, la prestación de servicios y en el caso particular del Municipio y del propio estado de Michoacán, hace cada vez más viable que los turistas nacionales acudan a sitios urbanos de con el bagaje cultural de la entidad, que tienen la calidad y belleza que caracteriza a las provincias del país.

Dentro del análisis de costo-beneficio, podemos aseverar que los procesos constructivos para la “Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo”, asociados a las estrategias propuestas para minimizar, restaurar y compensar los impactos ambientales, resultan inferiores a los beneficios que se reflejarán en diferentes aspectos sociales y económicos de la región, además de la disminución en los índices de siniestros ocurridos en esa zona.

Por lo anterior, una vez evaluado los diferentes aspectos sociales, culturales, y económicos, podemos concluir sobre la viabilidad social del proyecto aquí propuesto.

IV.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SAR

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto se localiza al sur de la Ciudad de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo —dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico—, y constituye una microcuenca de 6,798.72 ha, cuyo origen se encuentra en la línea de las cumbres o parte aguas de Pico Azul y cuya corriente principal desfoga en el crucero de Av. Camelinas y Solidaridad, en donde se encauza a un canal a cielo abierto que funciona como obra de drenaje mayor para esta Ciudad.

El SAR limita al este, sur y oeste con la microcuenca definida por el método de hidroprocesos y que se nombró para efectos de éste estudio como: “Microcuenca de Pico Azul-Río Chiquito”. La delimitación obedeció a un criterio de continuidad de los flujos hidrológicos superficiales considerando la importancia que las corrientes de agua superficiales, tienen en la distribución de la vegetación, que a su vez determina el mantenimiento de la comunidad faunística y es promotor regulador de diversos procesos ecológicos determinantes para el buen funcionamiento del ecosistema. Aun cuando el modelo de Hidroproceso haya generado una cuenca que abarca parte de la Ciudad de Morelia, el encauzamiento de la corriente principal que se da en Av. Solidaridad y que después entronca con el Río Grande rompe con los flujos naturales, y es por esto que se considera una barrera física importante en la delimitación del SAR.

La “Microcuenca de Pico Azul-Río Chiquito” corresponde a un sistema de lomeríos con moderado gradiente altitudinal, que desciende de manera gradual desde Pico Azul en el extremo sur del SAR, hasta su límite norte en donde colinda con la Ciudad de Morelia. Además del relieve, el SAR comprende una región heterogénea en cuanto

a mosaicos de vegetación y usos de suelo, en el que predominan distintas asociaciones de bosques de pino y encino, con amplias superficies de pastizales inducidos con fines de ganadería extensiva, y parcelas destinadas a la agricultura de temporal, y en mucha menor proporción, áreas que mantienen una cubierta forestal de matorral subtropical, vegetación riparia, bosques cultivados —principalmente plantaciones de especies exóticas como eucaliptos— y zonas urbanas.

Desde el punto de vista ambiental, históricamente la porción central del SAR ha estado bajo fuerte presión por la transformación de terrenos forestales para el desarrollo de actividades agropecuarias, y en tiempos recientes por la reconversión de estas áreas productivas en zonas urbanas. Estas dos actividades, aunadas con el crecimiento de la frontera urbana al sur de la Ciudad de Morelia, son las que en conjunto han determinado los principales cambios en la estructura y función del Sistema objeto de estudio.

Por consiguiente, podemos establecer que aun cuando la mayoría de la superficie del SAR mantiene todavía su cobertura vegetal original (60.9% de la superficie total del SAR), principalmente en aquellas áreas cuya topografía pronunciada ha dificultado la intervención humana, incluyendo la región sur del SAR en la que se ubica la región montañosa de Pico Azul, una gran parte de la superficie del Sistema ha sido intervenida por actividades antropogénicas (39.01%), principalmente por la transformación en campos agropecuarios y posteriormente en zonas habitacionales. Lo anterior está regulado y permitido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010, cuya zonificación primaria contempla además de zonas no urbanizables, zonas urbanas y zonas por urbanizar dentro del SAR del proyecto.

IV.3.1 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS

Para el análisis de los componentes relevantes y la identificación de áreas críticas en el SAR, se realizó un análisis de fragilidad territorial. Esta fue determinada mediante la correlación de los componentes ambientales relevantes, principalmente por la relación entre unidades de vegetación (definidas en el Capítulo IV.2.2.1), el tipo de suelo (de acuerdo a la cartografía edafológica de INEGI, 1985), el relieve y la pendiente. En las zonas de alta fragilidad, cualquier cambio de origen natural o antropogénico puede repercutir fuertemente en su estabilidad y ello podría ser, en caso extremo, de tipo irreversible.

La evaluación de fragilidad natural elabora indicadores de la capacidad del medio para asimilar impactos humanos, lo cual es de suma utilidad para la evaluación del impacto ambiental del proyecto, y está fundamentado en los conceptos de resistencia y resiliencia. La resistencia muestra la habilidad de una unidad territorial a evitar desplazamientos desde el lugar inicial o estado de equilibrio dinámico; la capacidad de permanencia dependerá del arreglo y la estructura de los componentes que integran la unidad territorial y la magnitud de la presión ejercida sobre esta unidad.

La resiliencia tiene que ver con la capacidad de retorno de la unidad territorial cuando un impacto ha modificado su estado inicial, refiriéndose también a la velocidad en que podría regresar a su estado primario u original. La fragilidad, entonces, se considera como la capacidad intrínseca de la unidad territorial a enfrentar agentes de cambio, basados en la fortaleza propia de sus componentes, en la capacidad y velocidad de la regeneración del medio.

Partiendo de los usos de suelo y vegetación definidos en el Capítulo IV, se determinaron valores para cada una de ellas al analizar las causas y efectos

observados en el territorio examinado. De esta forma se logró una aproximación a las propiedades de fragilidad de los ensambles, con base en sus capacidades de resilencia y resistencia, obteniéndose lo siguiente:

Unidad Ambiental	Fragilidad
Agropecuario	0.25
Bosque cultivado	0.5
Bosque de encino	0.75
Bosque de Pino	0.75
Bosque de pino encino	0.75
Caminos	0
Cuerpo de agua	0
Matorral subtropical	0.75
Vegetación riparia	1
Zona urbana	0

Donde los valores de Fragilidad se asignaron en un rango de 0 a 1; Donde 0 representa el nivel más bajo para los usos de suelo con una fragilidad muy baja, y 1 el nivel más alto para los tipos de vegetación con fragilidad muy alta.

La suma ponderada de las 4 variables se realizó en un Sistema de Información Geográfica (SIG) de tipo raster debido a que la sobreposición topológica de todas las capas de información puede llegar a producir un número tan elevado de polígonos,

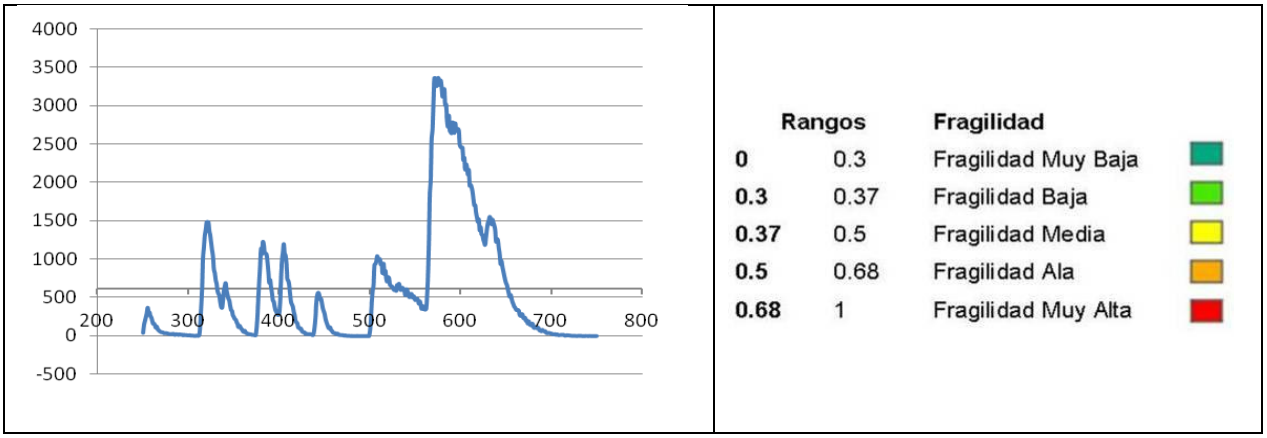
que el SIG difícilmente podría manejarlos y resolverlos. Es por esto que, este tipo de análisis debe efectuarse empleando un formato de datos reticulados o raster.

A partir del modelo de digital de elevaciones (DEM) obtenido del continuo de elevaciones mexicano de INEGI, se obtuvo el mapa de pendientes para el SAR, mismo que fue reclasificado en un rango de 0 a 1 aplicándose un factor de escala y una constante de corrección para el modelo. El resto de las capas fueron agrupadas en clases y posteriormente rasterizadas.

	1	0.75	0.5	0.25
Relieve	Montañas muy disectadas y edificios Volcánicos	Montañas de disección moderada, volcanes poco disectados y pie de montes.	Relieve cárstico, terrazas con disección alta, procesos costeros, planicies acumulativas.	Terrazas con disección moderada.
Pendiente	>25°	25°-15°	15°-6°	6°-0°
Suelos	Gleysoles	Solonchaks, Regosoles, Luvisoles, Combisoles, Acrisoles, Andosoles.	Vertisoles, Rendzinsa, Planosoles, Nitisoles, Litosoles.	Xerosoles, Feozems, Castañosems

El proceso para determinar la fragilidad de cada una de las unidades ambientales consistió en la elaboración de un promedio de la suma de las variables antes mencionadas por Unidad Ambiental. De tal forma que el resultado de cada sumatoria resultó en una agrupación de píxeles con valor de 0 a 1.

La interpretación de los resultados y la determinación de los rangos en los valores de Fragilidad se realizaron mediante el análisis del histograma del total de las unidades ambientales en el SAR, siendo la técnica de *Natural Breaks*, la empleada para determinar los rangos para cada nivel de Fragilidad como se muestra en el siguiente histograma y Tabla.



Rangos		Fragilidad
0	0.3	Fragilidad Muy Baja
0.3	0.37	Fragilidad Baja
0.37	0.5	Fragilidad Media
0.5	0.68	Fragilidad Ala
0.68	1	Fragilidad Muy Alta

Lo anterior permitió establecer el siguiente modelo digital.

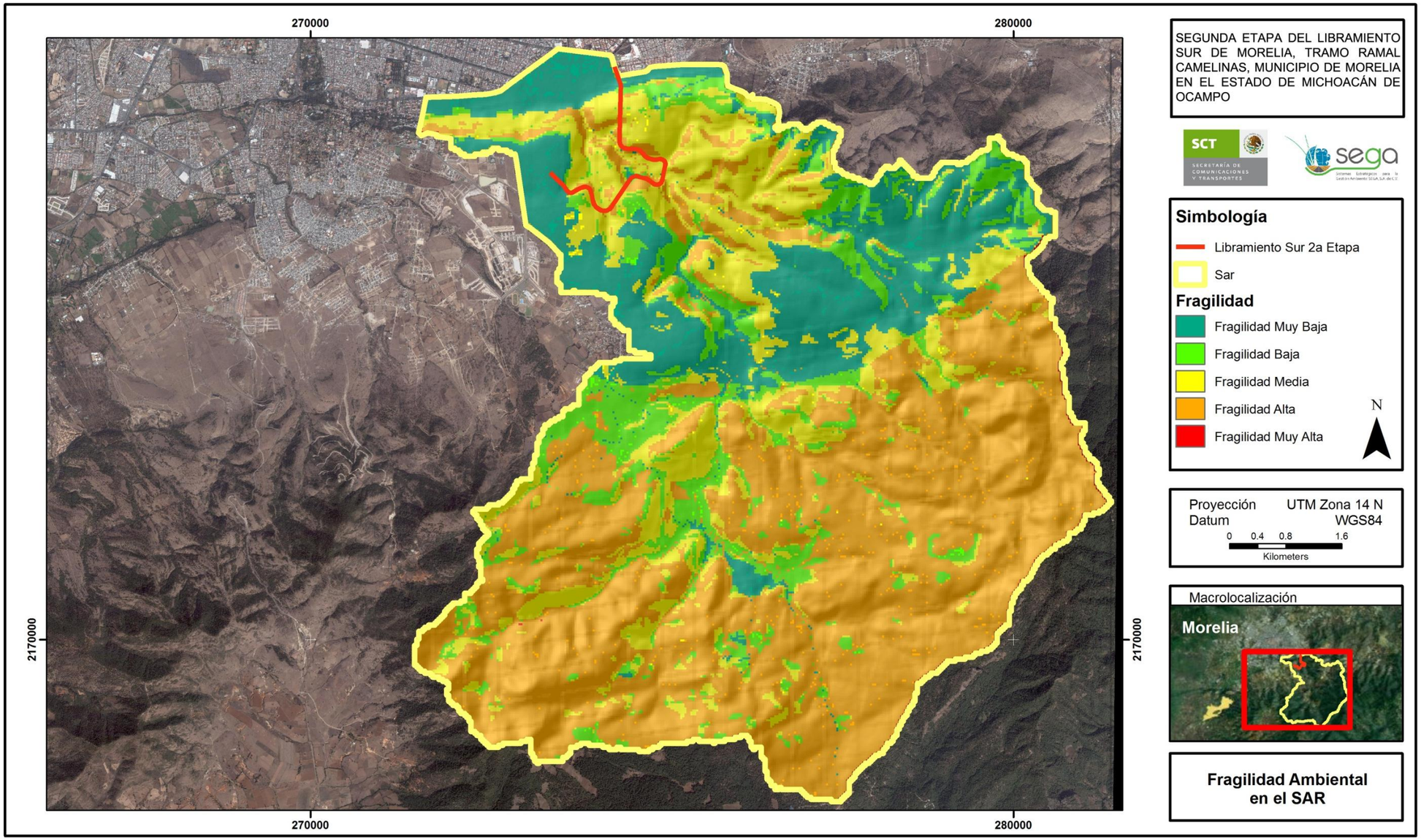


Figura IV. 72. Modelo de fragilidad ambiental en el SAR.

El ejercicio realizado permitió diferenciar áreas en las cuales, partiendo del modelo conceptual utilizado, es posible determinar propiedades y características del SAR, así como la interacción directa de la obra propuesta con los espacios frágiles identificados. En particular, este tratamiento informático facilita la comprensión de sitios en los cuales las posibilidades de afectación y cambio gradual implican menor resistencia y, también, una resiliencia menor. Son éstas las áreas de atención particular en las cuales resultará conveniente ejercer acciones tendientes a evitar alteraciones antrópicas y, de ser éstas inevitables, tomar las medidas pertinentes para que las variaciones revistan el menor impacto posible.

Los impactos ambientales adversos en los sitios definidos como de fragilidad media y alta dependerán, en gran medida, de su grado de fragilidad ambiental. Es decir que estas intervenciones tendrán mayor importancia en cuanto sea mayor la fragilidad del medio en el que se emplazan nuevas obras o actividades.

IV.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES CRÍTICOS DEL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO REGIONAL

Durante el desarrollo de los diversos estudios que dan soporte a esta Manifestación de Impacto Ambiental, no solamente se realizó el inventario ambiental sobre los principales componentes que integran los ecosistemas y ensambles naturales presentes en un Sistema Ambiental Regional delimitado, sino que también, se estuvo en posibilidad de identificar algunos de los principales procesos ecológicos o interacciones existentes que confieren un estado de expresión particular al territorio o cualidad de conservación.

Esta identificación no sólo es relevante para conocer el funcionamiento de los ecosistemas y valorar su importancia al momento de identificar y evaluar los impactos ambientales, a efecto de que las acciones que se pretendan llevar a cabo, como conjunto, en la integración de un proyecto carretero consideren la posibilidad de mantener la dinámica, diversidad, continuidad y flujo entre dichos procesos, sino también, desde el punto de vista jurídico proporcionar a la autoridad, al momento de evaluar la viabilidad ambiental de un proyecto, los elementos para atender lo dispuesto por el Artículo 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual dispone lo siguiente:

"ARTICULO 44.

Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:

I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente".

Respecto del contenido de la disposición transcrita, resulta notable destacar para efecto del proyecto que nos ocupa, que se realizó un inventario o diagnóstico

ambiental, relativo a la descripción de los principales componentes del ambiente y su valoración a nivel ecosistémico, asociado en criterios de fragilidad ambiental y tomando como variables el uso del suelo predominante, el uso de suelo predominante, la pendiente y su estado de conservación; esta relación, en el contexto del análisis del sistema ambiental regional delimitado, permitió conocer cuáles son los principales procesos ecológicos que definen la integridad funcional de los ecosistemas presentes, considerando esta integridad funcional, bajo la siguiente definición conceptual:

"*El estado de expresión de los componentes del ambiente resultado de las interdependencias de procesos físicos y químicos que permiten el sostenimiento actual y evolutivo de los ecosistemas"*.

Partiendo de la anterior definición, los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental Regional delimitado para este proyecto, muestran un mosaico heterogéneo en cuanto al tipo y estado de conservación de la vegetación; correspondiendo a distintas asociaciones de bosque de pino y encino, matorral subtropical, bosque cultivado y vegetación riparia, y a los usos de suelo establecidos, primordialmente áreas destinadas para fines agropecuarios y zonas urbanas.

La fragmentación del espacio, definida principalmente por los asentamientos humanos, parcelas agropecuarias, así como por las vialidades existentes, que en conjunto conforman un paisaje con una fuerte influencia antrópica, que día a día se aleja de la integralidad natural. Adicionalmente, los factores de presión anteriormente mencionados, se asocian indiscutiblemente con la generación de residuos domésticos sólidos y líquidos, así como con el uso de agroquímicos y desechos de tipo doméstico provenientes de las poblaciones de Jesús del Monte y San José del Cerrito, que finalmente son arrastrados hacia el cauce del Río Chiquito y aguas abajo.

Estos procesos que han ocurrido y que seguirán ocurriendo producto de la intervención humana, han modificado la estructura y funcionamiento ecosistémico de la región, restándole naturalidad al territorio a cambio de la rentabilidad económica.

A corto plazo se espera una considerable transformación del SAR —fuera de las Zonas de Restauración y Protección Ambiental “La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas” y “Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia”, así como del Área Natural Protegida de carácter estatal Francisco Zarco y la Zona de Protección Ambiental Pico Azul-La Escalera—, promovida por la sustitución de las áreas agropecuarias remanentes, en zonas urbanas; tendencia que es evidente en la actualidad dada la gran cantidad de obras que se están desarrollando en la región, algunas de ellas incluso sobre terrenos forestales.

A continuación se presenta un mapa que expresa la condición anteriormente descrita.

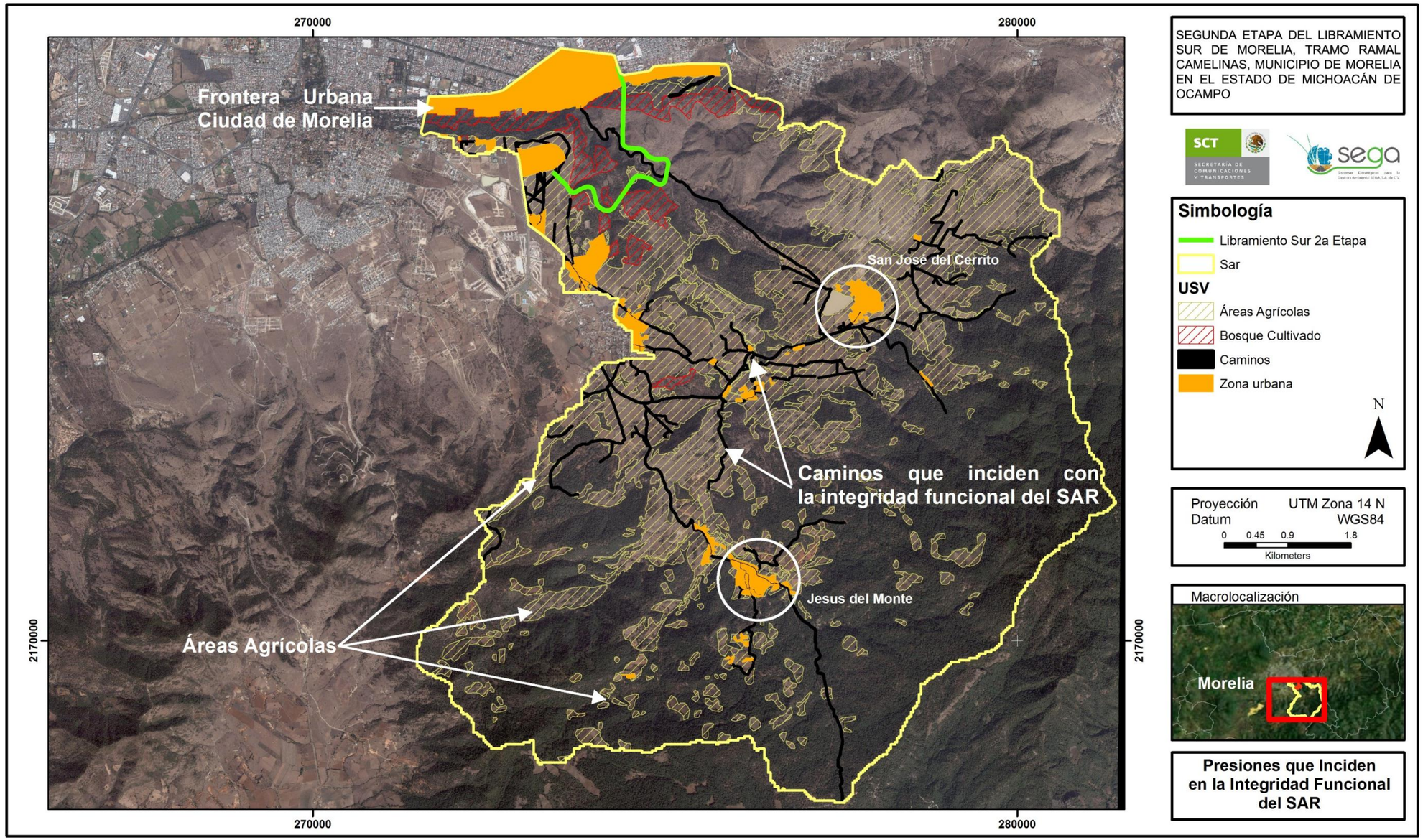


Figura IV. 73. Presiones que inciden en el SAR.

Todas estas transformaciones constituyen ya, procesos de deterioro que afectan la integridad ecológica del Sistema y cuya consecuencia es la pérdida de sus características funcionales, que al igual que en el resto del país son atribuibles al crecimiento poblacional y a la necesidad de desarrollar infraestructura y actividades productivas para satisfacer sus demandas. Sin embargo, no existe una relación directa que indique un aumento en la magnitud de estos procesos de deterioro con el desarrollo del proyecto planteado en este estudio, toda vez que la tendencia de transformación ha sido inminente y de manera independiente al desarrollo de este proyecto.

Los estudios de campo mostraron una moderada diversidad de vertebrados silvestres en el SAR, siendo en su gran mayoría especies de aves. Pese a lo anterior y aun cuando es probable que el índice de atropellamientos por la operación del proyecto sea mínimo, se tiene contemplada la construcción y adecuación de tres obras hidráulicas con una doble función, ya que además de servir como drenajes, podrán ser utilizadas como pasos de fauna.

El efecto barrera es otro factor a considerar en cualquier proyecto carretero, ya que tiende a dividir poblaciones grandes y continuas en subpoblaciones pequeñas y parcialmente aisladas, cuya probabilidad de extinción es mayor que en las poblaciones grandes (Primack 1998). Sin embargo, el actual estado de fragmentación que ostenta el SAR, de manera particular en las inmediaciones del trazo del proyecto, y considerando que las obras hidráulicas a instalar estarán además adecuadas como pasos de fauna, nos permiten prever que la probabilidad de ocurrencia de estos efectos es muy baja y poco relevante a nivel del SAR.

. IV.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL REGIONAL

El SAR delimitado para este proyecto se localiza al sur de la Ciudad de Morelia y constituye una microcuenca de 6,798.72 ha, cuyo origen se encuentra en la línea de las cumbres o parte aguas de Pico Azul y cuya corriente principal, el Río Chiquito, desfoga en el crucero de Av. Camelinas y Solidaridad, en donde se encauza a un canal a cielo abierto que funciona como obra de drenaje mayor para esta Ciudad.

La “Microcuenca de Pico Azul-Río Chiquito” corresponde a un sistema de lomeríos con moderado gradiente altitudinal, que desciende de manera gradual desde Pico Azul en el extremo sur del SAR, hasta su límite norte en donde colinda con la Ciudad de Morelia. En las áreas cuyo relieve es poco accidentado, se favoreció inicialmente el desarrollo de actividades productivas —ganadería extensiva y agricultura de temporal— y subsecuentemente su transformación en áreas urbanas. Ello, en conjunto, ha determinado la dinámica del ecosistema.

Las actividades agropecuarias y de manera particular los crecientes asentamientos humanos, representan la presión principal sobre los recursos naturales del SAR. Estas actividades son incompatibles, y en cierta medida irreconciliables con la conservación de los ambientes naturales, ya que el cambio de uso de suelo condujo a la pérdida de la cobertura vegetal, a una mayor demanda de agua y a la contaminación por mala disposición de desechos domésticos que al alcanzar los escurrimientos superficiales terminan en el cauce del Rio Chiquito.

Sobre este paisaje, las actividades que en él se llevan a cabo deben de repercutir, también, en otros componentes ambientales, como la diversidad y la composición de las comunidades faunísticas, ya que éstas se encuentra en estrecha relación

con el estado de conservación de sus hábitats y con la utilización que los pobladores locales hagan de las distintas especies.

La transformación paulatina de la cobertura vegetal natural y la introducción de especies exóticas, o el incremento en las poblaciones de especies comensales al hombre y tolerantes de perturbación, son muy probablemente los principales factores que han ocasionado una disminución en la abundancia de especies silvestres.

Todas estas modificaciones constituyen procesos de deterioro que afectan la integridad ecológica de los ecosistemas originales y que pueden tener como consecuencia la pérdida o transformación de sus características funcionales que, al igual que en el resto del país, son atribuibles al avance de las fronteras urbanas, pecuarias y agrícolas dada la necesidad de desarrollar actividades productivas para satisfacer la demanda creciente de insumos.

En el contexto descrito, no existe una relación directa que indique un aumento en la magnitud del proceso de deterioro —promovido por las actividades productivas mencionadas y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos— con el desarrollo del proyecto planteado en este estudio.

IV.5.1. Medio físico

El principal indicador a futuro que permitirá determinar de manera indirecta los flujos de cambio en el Sistema, será el crecimiento de la mancha urbana, ya que de acuerdo con el PDUCPM, parte del SAR del proyecto está catalogado como una zona urbana y urbanizable, de acuerdo a la zonificación primaria que dicta dicho instrumento.

IV.5.2. Medio biótico

IV.5.2.1 Flora

El sistema ambiental donde se desarrollará el proyecto está conformado por diferentes usos de suelo y vegetación —y con distinto grado de fragilidad—, así que un excelente indicador a futuro que permitirá determinar los flujos de cambio en el sistema, **aunque difícilmente atribuibles de manera directa al desarrollo del proyecto,** será la diminución de áreas con vegetación nativa, así como el incremento en la superficie de zonas urbanas (consideradas de fragilidad muy baja), sobre el resto de unidades ambientales identificadas.

No.	Indicador	Hectáreas
1	Superficie ocupada por vegetación nativa considerada forestal en el SAR.	4,143.23
2	Superficie ocupada por zonas urbanas en el SAR.	294.29

IV.5.2.2 Fauna

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas en un estudio de impacto ambiental radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como un recurso natural importante y, por otro lado, por ser excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico. En este caso se seleccionaron cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, mamíferos y aves, que son relativamente fáciles de muestrear en campo y que se

han tipificados como excelentes indicadores de la estabilidad de una zona determinada.

En el SAR se registraron 19 órdenes, 48 familias y 130 especies de vertebrados terrestres. La clase Amphibia estuvo representada por 5 especies, agrupadas en cuatro familias y dos ordenes; la clase Reptilia por 11 especies, cuatro familias, dos sub-ordenes y dos ordenes, la Mammalia por 23 especies en 13 familias y siete ordenes y por último, para la clase Aves se registró un total de 91 especies, incluidas en 27 familias y ocho órdenes.

Para el manejo de este indicador no se asignará un índice, sino que los valores del estado actual de la riqueza serán el parámetro a comparar en muestreos posteriores, cuando se pretendan determinar los flujos de cambio en el Sistema.

Tabla IV. 39. Riqueza total de especies de vertebrados detectadas en el área de estudio.

Indicador	Taxa	Estado actual
Riqueza de especies de vertebrados	Anfibios	5 especies
	Reptiles	11 especies
	Mamíferos	23 especies
	Aves	91 especies

IV.6. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Como se mencionó anteriormente, el Sistema Ambiental Regional ha sido sujeto a la pérdida de cobertura vegetal original, como consecuencia del incremento en la superficie destinada para actividades agropecuarias y posteriormente por los crecientes asentamientos humanos. En esta sección nos enfocaremos a los procesos de cambio que ocurren en el SAR del proyecto, cuyas características y procesos de cambio son por una parte, representativos de una zona agropecuaria tendiente a la urbanización, y por la otra, de amplias áreas que mantienen zonas con cobertura forestal nativa, y sobre las cuales se han implementado políticas para su restauración y protección.

IV.6.1. MEDIO FÍSICO

IV.4.1.1. Clima

Como se ha mencionado anteriormente en este mismo Capítulo, en el SAR todavía existen grandes superficies ocupadas por los diferentes tipos de vegetación nativa, sin embargo, la pérdida de cobertura vegetal es la principal problemática ambientales del Sistema. Y como es sabido, la presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos; todos estos elementos en interacción contribuyen a determinar el clima de una región (Rosas Pérez *et al.* 2009). Sin

embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre con la deforestación de los bosques y potencialmente por la emisión de contaminantes a la atmósfera, como ocurre en el SAR. Aun cuando no existen trabajos específicos para esta región del país que cuantifiquen cómo se han visto modificados dichos parámetros a lo largo del tiempo y en relación a la tasa de deforestación, damos por un hecho que esto al igual que en el resto del país está ocurriendo.

IV.6.1.2. Aire

Morelia presenta problemas en la calidad del aire que son equiparables a las condiciones ambientales que padece el Distrito Federal. La Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno del Estado detectó incluso que hay niveles por arriba de la media nacional, según un monitoreo que realizó de manera conjunta con la Universidad Michoacana y el Ayuntamiento de la capital del Estado.

Los resultados de muestreos realizados en abril del 2008 como parte de este programa de monitoreo, presentaron un comportamiento de concentración de gases contaminantes de 0.18 de partes por millar, en su mayoría generados por la emisión de óxidos de nitrógeno, presencia de hollín en el ambiente, monóxido de carbono, ozono y bióxido de azufre, liberados preferentemente por vehículos automotores.

El diagnóstico señala que durante este mes, debido a la temporada calurosa y a la nula presencia de vientos, se alcanzaron concentraciones de gases que de acuerdo a los estándares de calidad del aire que se implementan en el Distrito Federal, fueron catalogados como “no satisfactorios”, por la presencia excesiva de partículas contaminantes, cuyos efectos en el organismo humano van desde

irritación en los ojos, problemas respiratorios, resequedad en fosas nasales y garganta, además de generar dolores de cabeza y estrés.

Por la relación de la zona metropolitana de la Ciudad de Morelia con el SAR, es indiscutible que dentro de éste se presenten condiciones muy similares, ya que la dirección del viento —de acuerdo a la estación meteorológica mc-18 Morelia— ocurre en su mayoría hacia la zona sur de la ciudad en donde se ubica el SAR.

IV.6.1.3. Agua

El SAR se ubica dentro de la cuenca hidrológica Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria, donde el Municipio de Morelia forma parte del sistema hidráulico de la subcuenca Pátzcuaro-Cuitzeo. La subcuenca cuenta con una disponibilidad de recursos hídricos del orden de 755 millones de metros cúbicos, constituidos por un 68% de recursos superficiales (512 millones de metros cúbicos) y el 32% (243 millones de metros cúbicos) de recursos subterráneos.

El municipio presenta una escasez generalizada de agua, y la disponibilidad,, de acuerdo a la Región Hidrológica a la que pertenece el Estado de Michoacán es de 1,900 metros cúbicos anuales por habitante por año (Comisión Nacional del Agua, 2000), según esta misma Comisión, se estima que para el 2025 en esta región se disponga de 3,500 m^3/hab/año.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto constituye una microcuenca de 6,798.72 ha, cuyo origen se encuentra en la línea de las cumbres o parte aguas de Pico Azul y cuya corriente principal desfoga en el crucero de Av. Camelinas y Solidaridad, en donde se encauza a un canal a cielo abierto que funciona como obra de drenaje mayor para esta Ciudad, y que confluye con el Río Grande de Morelia, para posteriormente y prácticamente sin tratamiento, desaguar en el Lago

de Cuitzeo.

IV.6.1.4. Suelo

En el Municipio de Morelia han existido asentamientos humanos desde la época prehispánica, cuya subsistencia se ha basado en las actividades agropecuarias y forestales, las cuales se desarrollan fundamentalmente sobre el recurso suelo. Éste sin embargo, muestra algunos síntomas de degradación, como es la pérdida de la capa superficial rica en materia orgánica, por efecto de erosión.

A continuación se presentan los resultados de un estudio realizado para el Macroproyecto Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano de la UNAM, en el cual se calcularon los factores que influyen en la erosión laminar del suelo para la microrregión de Lomeríos y colinas del sureste de Morelia, donde se ubica el SAR del proyecto, en el cual se describe que más del 59% de la microregión presenta una erosión de Moderada a Muy Alta.

Tabla IV. 40. Clases de erosión hidrológica superficial por microregiones del Municipio de Morelia.

Microregiones	Erosión (%)		
	Ligera (<10 ton/ha/año)	Moderada (10-50/ton/ha/año)	Alta y Muy Alta (50-200 y >200/ton/ha/año)
Colinas del noroeste	**59.18**	27.78	10.53
Lomerios del sureste de Morelia	11.7	**78.99**	9.04
Lomerios y Colinas de Tarimbaro	**52.73**	37	7.07
Lomerios y Colinas del Punhuato	15.99	20.76	**24.3**
Lomerios y colinas del sureste de Morelia	34.42	**40.52**	18.11
Montañas del Oeste	15.67	**65.6**	17.58
Planicie de Cointzio	**73.42**	23.82	0.87
Planicie de Morelia	**40.17**	0.35	0.23
Volcán el Aguila	**66.11**	25.73	4.75
Volcán Quinceo	**52.87**	26.01	7.35

Tabla IV. 41. Susceptibilidad a la erosión por microregiones de Morelia.

Microregiones	Susceptibilidad a la erosión			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
Colinas del noroeste	15.16	**44.35**	29.69	10.79
Lomerios del sureste de Morelia	0.02	5.97	**50.16**	**43.85**
Lomerios y Colinas de Tarimbaro	35.32	15.77	**45.53**	3.38
Lomerios y Colinas del Punhuato	33.27	**42.89**	20.04	3.81
Lomerios y colinas del sureste de Morelia	7.44	32.03	**50.93**	9.57
Montañas del Oeste		**47.54**	45.90	6.56
Planicie de Cointzio	15.65	4.78	**79.57**	
Planicie de Morelia	42.75	10.30	**46.59**	0.35
Volcán el Aguila	15.43	4.86	**68.97**	**10.72**
Volcán Quinceo	**46.13**	6.19	43.69	4.00

Respecto a la contaminación del suelo: La desertificación (pérdida de la cubierta vegetal), constituye una amenaza para las tierras que fueron fértiles y productivas, mismas que mediante diversos procesos se deterioran en distinto grado. La poca vegetación provoca que en los largos períodos de sequía el sol reseque y caliente la superficie, la cual queda expuesta a la erosión que arrastra los nutrientes y produce un deterioro estructural en el área, manifestándose en forma de cárcavas. También se ha dado la salinización de las tierras por el uso de agroquímicos, y su contaminación por el empleo de pesticidas.

Ahora bien, como parte importante en la realización de esta MIA-R se llevó a cabo un ejercicio para determinar el grado de erosión hídrica en el SAR, y en cuyos resultados se puede observar que gran parte del Sistema presenta grandes pérdidas de suelo con rangos de pérdida que van de medio a altos. Con la construcción del proyecto se proponen acciones de reforestación en áreas degradas, con lo cual habrá una reducción de la tasa anual de la perdida de suelo, ya que este se beneficia de forma directa con dichas acciones.

IV.6.2. MEDIO BIÓTICO

IV.6.2.1. Flora

Como se ha mencionado en otros apartados de este mismo capítulo, el uso de suelo predominante en el SAR continúa siendo forestal (60.9%), siendo las principales asociaciones vegetales los bosques de pino y encino seguidos del matorral subtropical y en menor proporción la vegetación riparia. Sin embargo, entre los usos de suelo no forestales (39.01% del SAR), dominan las áreas agropecuarias, ocupando una extensión superior al 31.5% del total del Sistema y las áreas urbanas con el 4.3% del mismo. Estos dos últimos usos están

estrechamente ligados con el desarrollo de actividades productivas.

IV.6.2.2. Fauna

La composición faunística de una región está en estrecha relación con la heterogeneidad ambiental y el estado de conservación de los hábitats que la componen, así como de la utilización que los pobladores locales hagan de las distintas especies. Como ya se ha mencionado el SAR está compuesto principalmente por terrenos ocupados por asentamientos humanos o bien por parcelas agropecuarias, motivo por el cual no se registró una moderada riqueza de especies.

Por otro lado, es probable que algunas especies hayan colonizado el SAR e incrementado sus abundancias, como aquellas de hábitos más generalistas o las que se benefician con los sitios abiertos. Al haber modificaciones en la riqueza y abundancia de las especies de fauna, forzosamente se han modificado también las interacciones inter e intraespecíficas en la comunidad.

IV.6.2.3. Ecosistema

La expansión de la frontera agropecuaria, la inercia del desarrollo urbano y la suma de las diversas actividades humanas, han sido las causas de la deforestación del SAR. A nivel mundial, la explotación y la deforestación de los bosques y selvas, ha tenido serias repercusiones en el clima, la calidad de la atmosfera, el ciclo hidrológico y los sistemas acuáticos, que se azolvan por la erosión del suelo de sus alrededores. Así mismo, la pérdida de cobertura vegetal derivada del establecimiento de actividades productivas o nuevos asentamientos humanos, promueve una mayor cantidad de desechos sólidos y líquidos, la

pérdida de la productividad primaria y fragmentación de hábitat, disminución en la abundancia y riqueza de especies de flora y fauna, cambios en las concentraciones de gases en la atmosfera y la erosión del suelo.

Todas estas modificaciones constituyen procesos de deterioro del área de estudio, que al igual que en el resto del país son atribuibles al crecimiento poblacional y a la necesidad de desarrollar actividades productivas para satisfacer sus demandas, sin embargo, no existe una relación que indique un aumento en la magnitud de estos procesos de deterioro con el desarrollo del proyecto planteado en este estudio, esto principalmente por su cercanía a la Ciudad de Morelia, que ha propiciado que este deterioro ya se hubiera dado con anterioridad por las distintas actividades humanas ya mencionadas.

IV.6.2.4. Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dun 1974). De acuerdo con diversos autores, el medio se hace paisaje cuando alguien lo percibe, es decir, conceptualmente existe un paisaje sólo si existen observadores.

El paisaje, como una manifestación externa y conspicua del medio, es un indicador del estado de los ecosistemas, de la salud de la vegetación, de las comunidades animales, del uso y aprovechamiento del suelo y, por tanto del estilo de desarrollo de la sociedad en una región.

En el caso del SAR en el que se inserta este proyecto, la concentración demográfica es alta y tendiente a incrementarse, por lo cual el número de observadores será elevado. El paisaje actual que domina esta región, corresponde

a un mosaico de pastizales inducidos y parcelas agrícolas, en las que se cultiva principalmente maíz, así como asentamientos humanos con una tendencia de crecimiento y áreas con relieves abruptos en donde la propia topografía ha resguardado a la cubierta forestal nativa.

IV.7. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

Para este Sistema Ambiental Regional se parte de la tendencia observada y de las actividades predominantes que son las que imprimen las propiedades del paisaje visto como expresión del territorio, es decir, las actividades agropecuarias y la creciente urbanización que se han venido dando de manera paulatina y que conlleva a la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos domésticos provenientes de los nuevos asentamientos humanos, y por otro lado, la designación de áreas a las que se les ha conferido algún atributo de valor ambiental, ya sea por su estado de conservación, o bien, por ser consideradas de áreas de esparcimiento y recreación.

Otro elemento que se involucra en el escenario futuro es la apertura de nuevos caminos que faciliten la comunicación entre estos nuevos complejos habitacionales con la Ciudad de Morelia.

El Sistema Ambiental Regional que se analizó presenta un relieve, clima, hidrología y tipos de ecosistemas, que imprimen, desde una óptica ambiental, las limitaciones y posibilidades del desarrollo de diversas actividades productivas, lo cual por un lado implica procesos de desgaste y consumo de recursos naturales que, en su conjunto, determinan y harán la dinámica futura del SAR, entendido éste como un espacio en el que sociedades humanas y sus actividades se integran y transforman el medio natural, y por el otro, el desarrollo e implementación de programas y actividades tendientes a mantener y recuperar la

naturalidad del entorno y con ello de sus servicios ecosistémicos, asociados a las Zonas de Restauración y Protección Ambiental “La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas” y “Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia”, así como en el Área Natural Protegida de carácter estatal *Francisco Zarco*, y en la Zona de Protección Ambiental Área de Pico Azul-La Escalera.

Las principales causas de deterioro en el SAR son:

- Nuevos asentamientos humanos sobre terrenos agropecuarios y forestales
- Crecimiento acelerado de la mancha urbana
- Disposición inadecuada de desechos sólidos y líquidos de origen doméstico.
- Erosión hídrica.
- Fragmentación del hábitat por apertura de caminos.
- Áreas irregulares para el tiro de desperdicios de la construcción.

De las causas anteriores, son por su relevancia, el avance de la frontera agropecuaria y su posterior reconversión en áreas urbanas las que establecen las variaciones más conspicuas en el SAR, lo cual se está y se estará viendo reflejado en corto, mediano y largo plazo, al paso del tiempo con mayor intensidad.





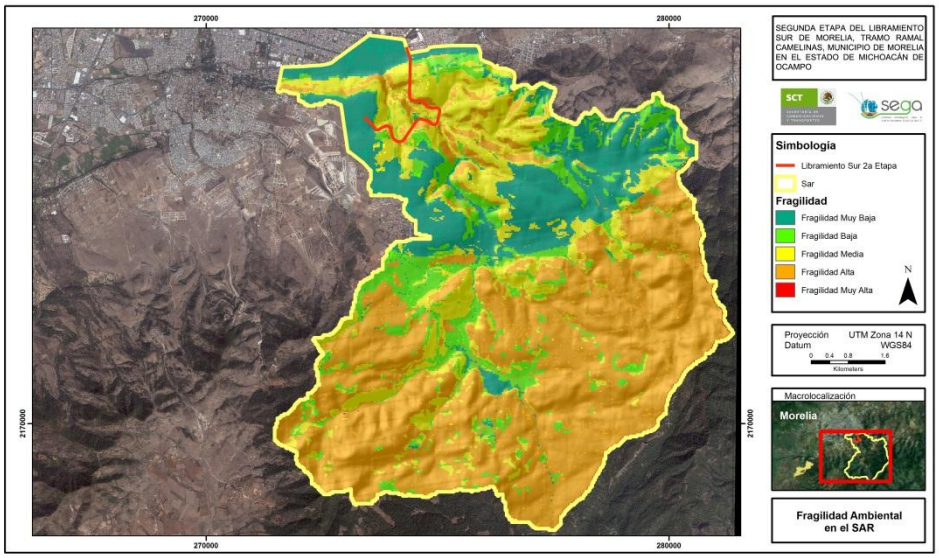




Procesos de degradación que ya ocurren en el SAR

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

sega

Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

CAPÍTULO V Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la: ***"Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional".***

De conformidad con lo anterior, es importante considerar que en una manifestación de impacto ambiental de esta naturaleza, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales deberá estar orientada a centrarse en aquellos que por su naturaleza puedan resultar acumulativos o residuales, entendiéndose por impacto ambiental acumulativo y residual lo dispuesto por la Fracción VII y VIII respectivamente del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental el cual dispone lo siguiente:

> ***"VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente".***
>
> ***"VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una***

incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente".

En cumplimiento de lo anteriormente establecido, presentamos la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales que el proyecto potencialmente ocasionará en el contexto del sistema ambiental regional a efecto de cumplir con lo dispuesto por la Fracción V del Artículo 13 del Reglamento multicitado, proporcionando los elementos de juicio a esa Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para que puedan atender lo dispuesto por el Artículo 44 Fracción II de dicho instrumento normativo el cual dispone que al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental, la Secretaría deberá considerar:

"I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; "

Es decir, se considerará la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales dado que por modalidad de estudio se requiere y su valoración deberá estar referida de manera espacial y temporal al contexto del ecosistema o el conjunto de ecosistema, que en este caso dicha determinación espacial estará referida sistema ambiental regional.

ÍNDICE

V.1 Identificación de las POTENCIALES afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental. 5

V.1.1. Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos 5

V.2 Técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales 7

V.2.1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores. 9

V.2.1.1. Identificación de las acciones de proyecto capaces de producir impactos 9

Estructura en que se organizan las acciones 9

Criterios de identificación de las acciones 10

V.2.2 Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones 13

V.2.3 Evaluación de los impactos identificados mediante RIAM 14

V.2.3.1.Criterios de importancia para la evaluación 16

V.2.3.2. Componentes de evaluación 20

V.2.3.3 Interpretación de los resultados 21

V.3 Impactos Ambientales Generados 23

V.3.1 Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores. 23

V.3.2 Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones 27

V.3.3 Descripción y caracterización de los impactos.....29

V.3.3.1. Impactos ambientales identificados para la etapa de: Planeación, Preparación del Sitio y Construcción. 30

V.3.3.2. Impactos ambientales identificados para la etapa de Operación y mantenimiento.....52

V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS POTENCIALES AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

V.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS

Las fuentes de cambio del proyecto, sus perturbaciones y sus efectos, se pueden identificar para cada una de las etapas que lo componen.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las fuentes de cambio serán puntuales y afectarán únicamente una parte del derecho de vía (DDV), a través de los 4.263 km de longitud del trazo carretero. Ello implicará una afectación total de 4.455 Ha, lo cual equivale al 0.066% de la superficie total del SAR. Adicionalmente, habrá una leve afectación sobre el confort sonoro que podrá escucharse fuera del DDV (en una distancia de hasta 250 m en sentido perpendicular al eje de trazo), y que será ocasionada por el movimiento de maquinaria y vehículos, y se estima que los polvos generados por movimiento de tierra puedan llegar hasta 500 m del eje del trazo.

El desmonte de 3.09 hectáreas de vegetación forestal dentro de la línea de ceros, ocasionará la pérdida de hábitat para otras especies de flora y fauna silvestres, lo cual debe ser considerado como un impacto acumulativo, ya que es común que los propietarios de predios adyacentes al DDV realicen acciones de desmonte con la finalidad de transformar sus terrenos —cuya vegetación original era de bosques de encino, vegetación riparia y matorral subtropical—, en parcelas agropecuarias, o bien, para el desarrollo urbano, incluyendo equipamiento y servicios.

La erosión que se pueda causar por el desmonte y despalme de la troncal se ocasionará principalmente durante la etapa de construcción, por el movimiento de maquinaria y vehículos dentro del DDV, además de la colocación de materiales de obra.

En la etapa de construcción, la operación de maquinaria para la construcción dentro del DDV ocasionará gases contaminantes y ruido, lo cual alterará la presencia de vertebrados en la superficie de ocupación del proyecto y áreas aledañas, incluyendo las Zonas de Restauración y Protección Ambiental “La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas” y “Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia”, así como en el Área Natural Protegida de carácter estatal *Francisco Zarco,* con las cuales colinda este proyecto carretero. Asimismo, un mal manejo de residuos sólidos podría alterar el paisaje y la fauna presente a lo largo del DDV, por lo que se tendrá que tener especial cuidado en este rubro.

En la etapa de operación, la principal fuente perturbadora será el ruido y las vibraciones por la circulación del tráfico sobre el nuevo eje carretero. No se afectarán los flujos hidrológicos superficiales, ni se espera un cambio sensible por erosión del suelo, debido a que se confía en el adecuado diseño de las obras de drenaje menores y mayores. Tampoco se espera una alteración de los patrones de movilidad de fauna terrestre, dado que se acondicionarán tres de las obras hidráulicas anteriormente mencionadas, como pasos inferiores de fauna.

Asimismo, es importante considerar que el proyecto carretero no se prevé constituya un promotor de la urbanización en la región, dado que el esquema de crecimiento urbano que se pretende para la zona, se encuentra perfectamente definido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Morelia 2010, que es el instrumento que conforme a las atribuciones conferidas por el Artículo

115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos le corresponde instrumentar a los Municipios para tal efecto y que inclusive, en el rubro de Infraestructura Vial de dicho instrumento de planeación urbana, el trazo del proyecto se encuentra contemplado dentro de los esquemas de desarrollo en su totalidad.

V.2 TÉCNICAS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impacto ambiental está enfocada a identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto, considerando el conjunto de obras y actividades que lo integran y su relación con el consumo de espacios, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

Las obras de desarrollo, como la que nos ocupa, presentan diversos impactos al medio físico natural y socioeconómico, tanto en sus etapas de preparación del sitio y construcción, como de la futura operación. En función del tipo de obra, y de las características del terreno y entorno, los impactos pueden ser de diversa magnitud e importancia.

Para la identificación y valoración de los impactos ambientales potenciales que serán generados por el proyecto, se estableció una metodología consistente en tres pasos fundamentales:

1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores.

2. Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones.

3. Evaluación de los impactos identificados mediante la utilización del método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM).*

V.2.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DIAGRAMÁTICA DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE RECEPTORES.

V.2.1.1. Identificación de las acciones de proyecto capaces de producir impactos

De acuerdo con Gómez-Orea (2003), esta tarea consiste en estudiar los elementos y procesos del proyecto (objeto de evaluación) que puedan desencadenar impactos, contando para ello con la información obtenida del inventario ambiental y teniendo como telón de fondo la idea de integración ambiental y las reflexiones anteriores sobre los impactos presumiblemente más significativos en el proyecto.

Se entiende por acción, en general, a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental. Tales causas pueden residir en todas las fases del desarrollo del proyecto y en todas las partes y elementos que lo forman; a todos ellos atiende esta tarea.

Estructura en que se organizan las acciones

Dada la complejidad de los proyectos, esta tarea se formaliza desagregándolos en forma de árbol de tres niveles, el último de los cuales representa las acciones simples que son la causa directa del impacto. Los tres niveles son los siguientes:

Primer nivel, fases: Se refiere a las etapas por las que pasa el desarrollo de un proyecto hasta que se concreta; se consideran: Planeación, Preparación del Sitio, Construcción, y Operación y mantenimiento.

Segundo nivel, elementos: Se trata de cada uno de los elementos de los que constan las distintas fases del proyecto.

Tercer nivel: acciones: una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien definida y localizada de impacto.

Criterios de identificación de las acciones

Las acciones se han identificado partiendo del criterio de que estas serán:

Relevantes: se ajusten a la realidad de los proyectos y sean capaces de desencadenar efectos notables.

Excluyentes/independientes: para evitar sobrelapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.

Fácilmente identificables: es decir susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso.

Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubican los proyectos.

Cuantificables: en la medida de lo posible, deber ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación.

V.2.1.2 Identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos

El "entorno" es la parte del medio ambiente que interacciona con los proyectos en términos de fuente de recursos y materias primas (recursos naturales, energía, mano de obra, etc.), soporte de los elementos físicos (edificios, instalaciones, infraestructura en general etc.) y receptor de efluentes a través de los vectores ambientales, aire, agua y suelo, así como de otras salidas: empleo, conflictos sociales, etc.

Definición y delimitación del entorno

El ámbito geográfico del entorno, corresponde al área de extensión de las interacciones que se pretende analizar; se consideran relevantes las que ocurren dentro del espacio definido por las grandes vías de comunicación, que en este caso tiene límites muy precisos.

El entorno que corresponde a este estudio de impacto ambiental es el denominado Sistema Ambiental Regional (SAR) que fue definido y analizado en el Capítulo IV del presente estudio, y sobre el cual se realizó el inventario ambiental, ya que es el espacio geográfico en el que de acuerdo a lo dispuesto por el Artículo 13 Fracción IV del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental se deben analizar los impactos ambientales acumulativos y residuales de proyectos lineales como lo son las vías generales de comunicación lo cual se colige de lo dispuesto por el Artículo 10 Fracción I del mismo instrumento normativo.

Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos

Los factores del medio susceptibles de recibir impactos son los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden se consideran relevantes desde el punto de vista de su potencial afección por el proyecto.

La complejidad del entorno y su carácter de sistema, aconseja disponer los factores relevantes en forma de árbol con varios niveles, el último de los cuales representa subfactores muy simples y concretos.

Como en el caso de las acciones, la identificación de los factores que en principio se consideran relevantes se ha hecho bajo las condiciones de:

Relevancia, deben ser portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.

Exclusión, no deben existir solapamientos ni redundancias entre los identificados que puedan dar lugar a repeticiones en la identificación de impactos.

De fácil identificación, es decir, susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.

Localización, es decir, atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.

Medibles, deben ser cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directamente o indirectamente a través de algún indicador.

La identificación de factores relevantes y su organización en forma de árbol, se realiza, como en el caso del árbol de acciones, progresando por aproximaciones sucesivas.

V.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS A TRAVÉS DE UNA MATRIZ DE INTERACCIONES

En este apartado se identifican las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores señalados como relevantes en los dos puntos anteriores.

Cada relación causa-efecto identifica un impacto potencial cuya significación habrá que estimar después. Estas relaciones no son simples sino que frecuentemente hay una cadena de efectos primarios, secundarios, inducidos, etc. que arrancan en la acción y terminan en los seres vivos, en los bienes materiales y, en suma, en el hombre. Por esta razón, además de las matrices de impactos, se han utilizado modelos basados en redes para identificar e interpretar los impactos.

Como se mencionó anteriormente, la matriz se desarrolla con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto. Para lograr establecer dichas relaciones, la matriz contiene en sus columnas las etapas del proyecto y sus principales obras o actividades, y en sus filas, los principales factores ambientales sobre los que puede incidir el proyecto y los principales efectos que podrían ejercerse sobre ellos.

Las etapas del proyecto y sus principales obras y actividades constituyen las ***Actividades de Proyecto*** en la matriz de identificación; mientras que los factores del

medio susceptibles de recibir impactos serán denominados ***Factores y Atributos Ambientales***.

Finalmente, en la matriz, los cruces o relaciones, se identifican exclusivamente con dos símbolos:

A Cuando el impacto esperado es adverso

B Cuando el impacto esperado es benéfico

No se califica ninguna otra característica de los posibles impactos, ya que esta tarea se reserva para las matrices de evaluación que se producen utilizando la metodología del RIAM, misma que se establece a continuación.

V.2.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS MEDIANTE RIAM

Para la evaluación de impactos se utilizó el método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)* el cual es una herramienta desarrollada por *DHI Water & Environment*. Esta técnica permite tener una visión integral de la problemática ambiental, ya que en el modelo se incluyen todas las acciones propias para la ejecución del proyecto y los factores ambientales que estuvieron involucrados; sólo se consideraron interacciones relevantes.

El método intenta atacar los problemas de trabajar con juicios subjetivos, definiendo criterios y escalas contra los que estos juicios deben ser hechos, y colocando los resultados en una matriz simple que permite tener siempre disponible los argumentos utilizados en el proceso.

El RIAM permite completa transparencia en las decisiones que se hacen en una evaluación de impacto ambiental. El método de investigación y evaluación es "holístico"; asimismo, este método es altamente flexible y de mucha utilidad, permitiendo que los resultados de las evaluaciones de actividades específicas puedan ser reevaluadas tiempo después.

El sistema está basado en asignar una puntuación a los elementos que componen el proyecto, contra criterios ya preestablecidos, y evaluar la puntuación final obtenida comparándola con rangos descriptivos de impactos positivos o negativos.

El RIAM es ideal para ser utilizado en proyectos de esta naturaleza porque permite que los datos de diferentes sectores sean analizados con los mismos criterios dentro de una matriz, permitiendo que se tenga una evaluación rápida y clara de los impactos.

El método está basado en la definición estándar de los criterios de importancia de evaluación, a la vez que presenta valores semicuantitavos para cada uno de estos criterios, de manera que se obtiene un resultado preciso e independiente para cada condición.

Los criterios de importancia de evaluación pueden caer en dos grupos:

(A) Criterios que son de importancia para la condición y que cada uno de ellos individualmente puede cambiar el resultado obtenido.

(B) Criterios que son de valor para la situación pero que individualmente no son capaces de cambiar el resultado obtenido.

El valor que le corresponde a cada uno de los componentes se obtiene siguiendo un algoritmo de sencillas operaciones:

(a1) * (a2) * ... (aN) = aT

(b1) + (b2) + (b3) + ... (bN) = bT

(aT) * (bT) = ES

Dónde:

(*a*1) a (*a*N) son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (A)

(*b*1) a (*b*N) son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (B)

***a*T** es la multiplicación de todos los resultados del grupo (A)

***b*T** es la multiplicación de todos los resultados del grupo (B)

ES es la puntuación de evaluación de esa condición.

V.2.3.1.Criterios de importancia para la evaluación

En el grupo (A) se utiliza una escala que puede ir del –5 al 5, según los impactos sean positivos o negativos. El cero significa que no hay cambio en la condición o no tiene importancia.

Para el grupo (B) la escala es distinta y no se utiliza el cero.

Por tanto, se deben definir los criterios para cada uno de los dos grupos (A y B), basados en condiciones fundamentales que pueden ser afectadas con el cambio y que sean aplicables a todo tipo de proyectos. Los criterios iniciales que han sido definidos son:

Grupo (A)

Importancia de la Condición (A1)

Se evalúa contra las fronteras espaciales o contra los intereses humanos que afectaría. La escala se define como:

4 = importancia nacional/ intereses internacionales

3 = importancia regional/ intereses nacionales

2 = importancia en las áreas circundantes a la localidad

1 = importancia únicamente en la localidad

0 = no tiene importancia

Para el caso del presente proyecto —que es evaluado mediante una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional— la escala del *Criterio A1* ha sido ligeramente modificada, adaptándola a las circunstancias del proyecto y tipo de estudio como se describe a continuación:

4 = importancia / intereses nacionales (más allá del SAR definido)

3 = importancia regional (dentro del SAR definido)

2 = importancia en las áreas circundantes al Derecho de Vía (no más allá de 1 km fuera del Derecho de Vía)

1 = importancia únicamente en la condición local (dentro del Derecho de Vía)

0 = no tiene importancia

Magnitud del Cambio/Efecto (A2)

La magnitud se define como una medida de la escala de beneficio/des-beneficio de un impacto o condición:

+3 = mayor beneficio positivo

+2 = mejora significativa del *status quo*

+1 = mejora del *status quo*

0 = no hay cambio/*status quo*

-1 = cambio negativo del *status quo*

-2 = significativo cambio negativo o des-beneficio

-3 = mayor des-beneficio o cambio negativo

Grupo (B)

Permanencia (B1)

La permanencia define si una condición es temporal o permanente, y debe ser visto únicamente desde el punto de vista tiempo.

1 = no cambio/no aplica

2 = temporal

3 = permanente

Reversibilidad (B2)

Define si una condición puede ser cambiada y es una medida sobre el control que se tiene del efecto de la condición. No debe ser confundida o equiparada con la temporalidad:

1 = no cambio/no aplica

2 = reversible

3 = irreversible

Acumulación (B3)

Es una medida de si el efecto va a tener un solo impacto, o si se presentará un efecto de acumulación con el tiempo, o habrá un efecto de sinergia con otras condiciones. No debe ser confundido con una situación permanente/irreversible.

1 = no cambio/no aplica

2 = no acumulativo/singular

3 = acumulativo/sinérgico

V.2.3.2. Componentes de evaluación

Además de los criterios de importancia, el sistema requiere de componentes específicos de evaluación. Los componentes serán las incidencias sobre los factores ambientales que se dividen en cuatro categorías como sigue:

Físico/Químico (FQ)

Engloba todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales no renovables (no biológicos) y la degradación del ambiente físico por contaminación.

Biológico/Ecológico (BE)

Engloba todos los aspectos biológicos del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad, interacciones entre especies y contaminación de la biósfera.

Sociológico/Cultural (SC)

Engloba todos los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo condiciones sociales que afectan a los individuos y a las comunidades; junto con aspectos culturales, incluyendo la herencia cultural y el desarrollo humano.

Económico/Operacional (EO)

Permite identificar de una manera cualitativa las consecuencias económicas la realización del proyecto y del cambio ambiental, tanto temporal como permanente, así como la complejidad del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto.

V.2.3.3 Interpretación de los resultados

La aplicación de la técnica semicuantativa descrita, permite finalmente obtener un valor “ES”, también denominada Puntuación Ambiental. Esa puntuación según el método, permite clasificar a los impactos o componentes (mediante rangos de valores alfabéticos) en 5 categorías positivas, 5 negativas y una donde no existe variación en el estado actual, como sigue:

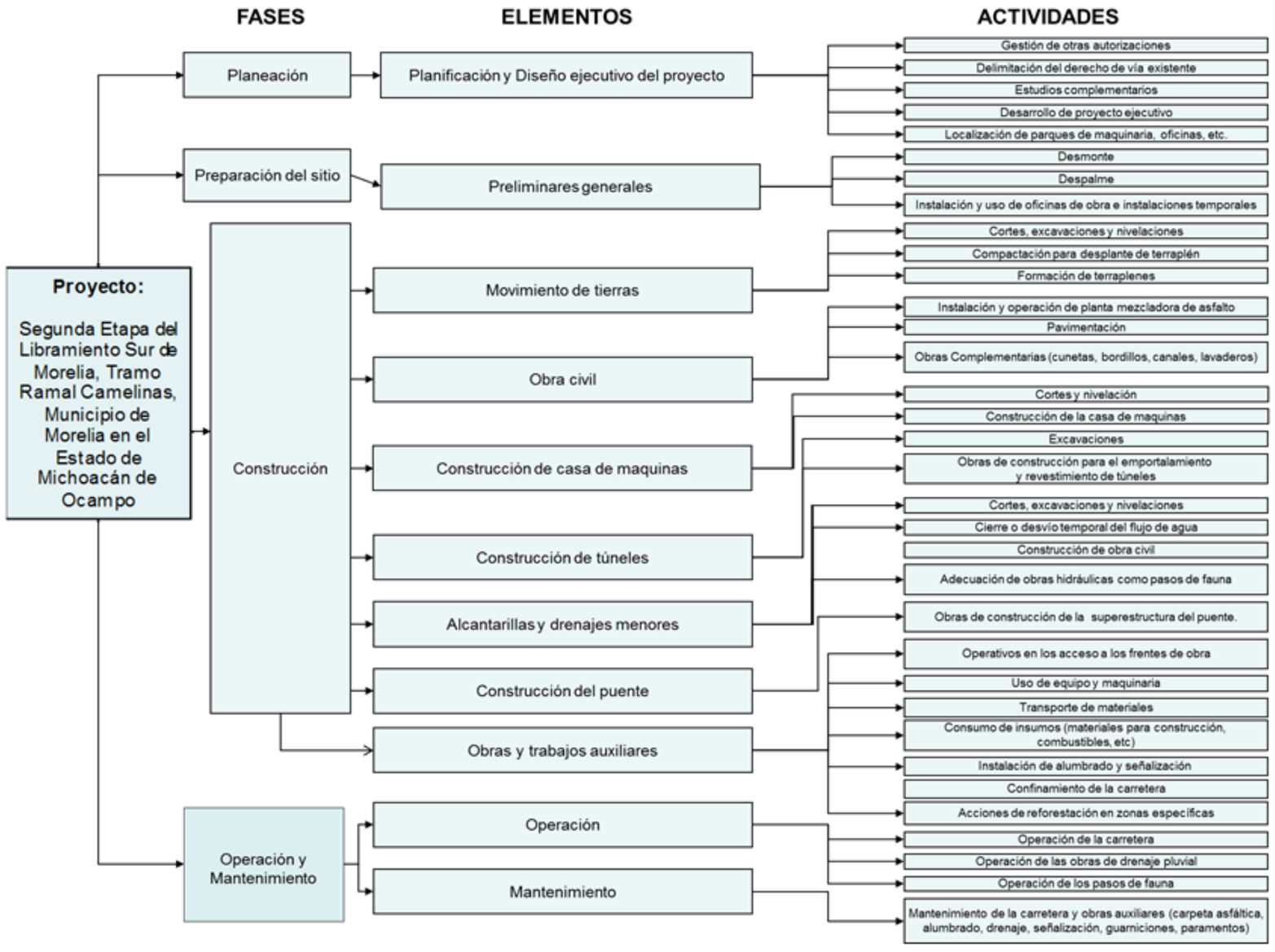
Puntuación Ambiental (ES)	Rango de Valores Alfabético (RB)	Descripción del rango
108 a 72	E	Mayor impacto positivo
71 a 36	D	Alto impacto positivo
35 a 19	C	Impacto positivo significante
10 a 18	B	Impacto positivo
1 a 9	A	Bajo impacto positivo
0	N	*Status quo* / No aplicable
-1 a -9	-A	Bajo impacto negativo
-10 a -18	-B	Impacto negativo
-19 a -35	-C	Impacto negativo significante
-36 a -71	-D	Alto impacto negativo
-72 a -108	-E	Mayor impacto negativo

Finalmente esta técnica permite obtener un valor para cada impacto detectado, y determinar cuáles resultan ser los más críticos o preocupantes para centrar sobre ellos las principales medidas de mitigación del proyecto, que para el caso de una MIA-R se referirán a aquellos considerados como **Acumulativos y Residuales**.

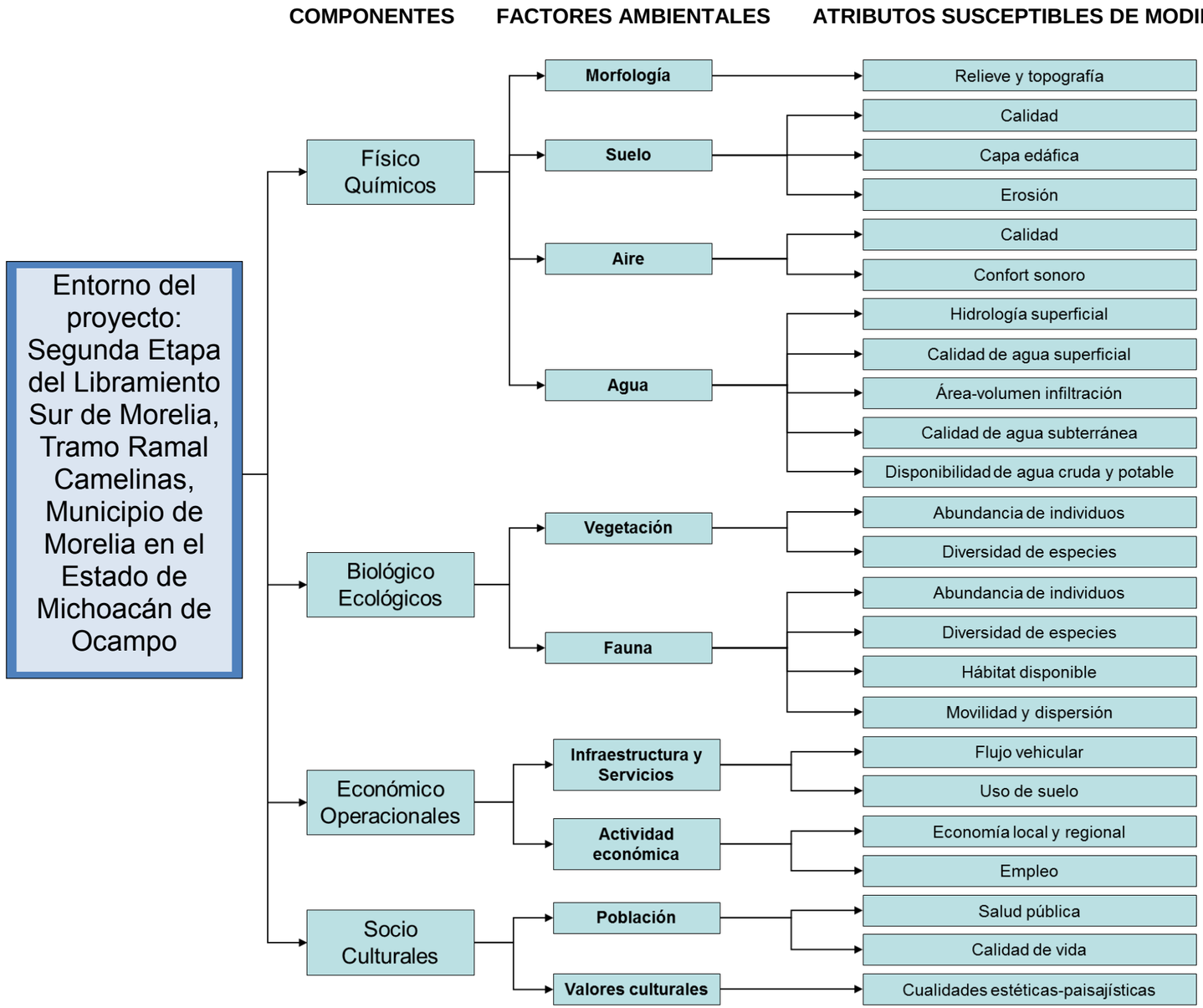
V.3 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

V.3.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DIAGRAMÁTICA DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE RECEPTORES.

De acuerdo a la metodología propuesta, se realizó en primer término la identificación de las principales acciones del proyecto en función de sus propias características, descritas en el Capítulo II del presente, bajo la óptica de cuáles de ellas podrían ser agentes causantes de impactos ambientales. Este proceso fue iterativo y discutido en un panel de expertos. El árbol de acciones identificado se muestra a continuación:


FASES
ELEMENTOS
ACTIVIDADES
Proyecto:
Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo
Planeación
Preparación del sitio
Construcción
Operación y Mantenimiento
Planificación y Diseño ejecutivo del proyecto
Preliminares generales
Movimiento de tierras
Obra civil
Construcción de casa de maquinas
Construcción de túneles
Alcantarillas y drenajes menores
Construcción del puente
Obras y trabajos auxiliares
Operación
Mantenimiento
Gestión de otras autorizaciones
Delimitación del derecho de vía existente
Estudios complementarios
Desarrollo de proyecto ejecutivo
Localización de parques de maquinaria, oficinas, etc.
Desmonte
Despalme
Instalación y uso de oficinas de obra e instalaciones temporales
Cortes, excavaciones y nivelaciones
Compactación para desplante de terraplén
Formación de terraplenes
Instalación y operación de planta mezcladora de asfalto
Pavimentación
Obras Complementarias (cunetas, bordillos, canales, lavaderos)
Cortes y nivelación
Construcción de la casa de maquinas
Excavaciones
Obras de construcción para el emportalamiento y revestimiento de túneles
Cortes, excavaciones y nivelaciones
Cierre o desvío temporal del flujo de agua
Construcción de obra civil
Adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna
Obras de construcción de la superestructura del puente.
Operativos en los acceso a los frentes de obra
Uso de equipo y maquinaria
Transporte de materiales
Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc)
Instalación de alumbrado y señalización
Confinamiento de la carretera
Acciones de reforestación en zonas específicas
Operación de la carretera
Operación de las obras de drenaje pluvial
Operación de los pasos de fauna
Mantenimiento de la carretera y obras auxiliares (carpeta asfáltica, alumbrado, drenaje, señalización, guarniciones, paramentos)

Del mismo modo, para el caso de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos, se realizó un árbol mediante un proceso iterativo y bajo el panel de expertos, a partir de las condiciones que presenta el SAR definido, que finalmente quedó conformado en el árbol que se presenta a continuación:


COMPONENTES
FACTORES AMBIENTALES
ATRIBUTOS SUSCEPTIBLES DE MODIFICACIÓN
Entorno del proyecto: Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo
Físico Químicos
Biológico Ecológicos
Económico Operacionales
Socio Culturales
Morfología
Suelo
Aire
Agua
Vegetación
Fauna
Infraestructura y Servicios
Actividad económica
Población
Valores culturales
Relieve y topografía
Calidad
Capa edáfica
Erosión
Calidad
Confort sonoro
Hidrología superficial
Calidad de agua superficial
Área-volumen infiltración
Calidad de agua subterránea
Disponibilidad de agua cruda y potable
Abundancia de individuos
Diversidad de especies
Abundancia de individuos
Diversidad de especies
Hábitat disponible
Movilidad y dispersión
Flujo vehicular
Uso de suelo
Economía local y regional
Empleo
Salud pública
Calidad de vida
Cualidades estéticas-paisajísticas

V.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS A TRAVÉS DE UNA MATRIZ DE INTERACCIONES

Utilizando una matriz de interacciones entre las *Actividades del proyecto* y los *Factores* y sus *Atributos ambientales*, se identificaron las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental. Los efectos se calificaron de acuerdo sólo a una cualidad en dos tipos: adversos o benéficos. Se incluyeron todos los casos en los que puede haber una relación actividad de obra – factor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa una modificación. De tal manera que esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada actividad del proyecto producirá sobre cada uno de los factores ambientales en el SAR.

La matriz de interacciones del proyecto, entre las actividades que pueden generar impactos y los factores y atributos ambientales que los recibirán, se muestra a continuación.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Interacciones e identificación de impactos ambientales:

A: Adverso

B: Benéfico

			ACTIVIDADES DEL PROYECTO	Gestión de otras autorizaciones	Delimitación del derecho de vía	Estudios complementarios	Desarrollo de proyecto ejecutivo	Localización de parques de maquinaria, oficinas, etc.	Desmonte	Despalme	Instalación y uso de oficinas de obra e instalaciones temporales	Cortes, excavaciones y nivelaciones	Compactación para desplante de terraplén	Formación de terraplenes	Instalación y operación de planta mezcladora de asfalto	Pavimentación	Obras Complementarias (cunetas, bordillos, canales, lavaderos, etc)	Cortes y nivelaciones	Construcción de la casa de maquinas	Excavaciones	Obras de construcción para el emportalamiento y revestimiento	Movimiento de tierras	Cortes, excavaciones y nivelaciones	Cierre o desvío temporal del flujo de agua	Construcción de obra civil	Adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna	Movimiento de tierras	Construcción de la superestructura del puente	Operativos de tránsito en los acceso a los frentes de obra	Uso de equipo y maquinaria	Transporte de materiales	Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc)	Instalación de alumbrado y señalización	Confinamiento de la carretera	Acciones de reforestación en zonas específicas	Operación de la carretera	Operación de las obras de drenaje pluvial	Operación de los pasos de fauna	Mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares (puente, túneles, casa de máquinas, carpeta asfáltica, alumbrado, drenaje, pasos de fauna, señalización, guarniciones, paramentos)
			PLANEACIÓN						**PREPARACIÓN DEL SITIO**			**CONSTRUCCIÓN**																								**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**			
			Planificación y Diseño Ejecutivo del proyecto						**Preliminares generales**			**Movimiento de tierras**			**Obra civil**			**Casa de maquinas**		**Construcción de túneles**			**Alcantarillas y drenajes mayores**				**Construcción del puente**		**Obras y trabajos auxiliares**								**Operación**			**Mant.**
FÍSICOS	Morfología	Relieve y topografía										A		A				A		A							A												
	Suelo	Calidad		A	A						A				A	A			A			A		A		A	A								A			A
		Capa edáfica						A	A		A	A	A					A			A	A	A				A				A	A				A			
		Erosión						A	A		A							A					A	A	A											B			
	Aire	Calidad							A		A	A	A	A	A		A		A		A			A			A		A	A	A				B			
		Confort sonoro									A	A	A	A	A	A	A		A				A		A	A	A	A		A	A		A			A			
	Agua	Hidrología superficial						A	A		A				A	A			A				A	A			A												
		Calidad de agua superficial								A					A	A	A				A			A	A	A	A	A											
		Área-volumen de infiltración													A			A																		A			
		Calidad de agua subterránea																																					
		Disponibilidad de agua cruda y potable								A		A	A			A		A		A					A	A		A											
BIOLÓGICOS	Vegetación	Abundancia de individuos						A	A																											B		B	
		Diversidad de especies																																					
	Fauna	Abundancia de individuos						A	A												A																		
		Diversidad de especies						A	A																														
		Hábitat disponible						A	A									A			A																		
		Movilidad y dispersión																																		A		B	
SOCIO CULTURALE ECONÓMICO OPERACIONALES	Infraestructura y Servicios	Flujo vehicular																											A		A					B			
		Uso del suelo						A	A																														
	Actividad Económica	Economía local y regional				B	B																									B				B			
		Empleo		B	B	B		B	B		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		B			B			B
	Población	Salud pública																																					
		Calidad de vida																											A	A	A					B			
	Valores culturales	Cualidades estéticas - paisajísticas						A	A	A	A			A				A		A							A											

V.3.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación se describen los impactos ambientales extraídos de la matriz de interacciones entre actividades del proyecto y factores ambientales y se hace la correspondiente valoración bajo los criterios del RIAM, mismos que fueron descritos previamente en el apartado V.2.3.1. y que serán evaluados en este apartado.

V.3.3.1. Impactos ambientales identificados para la etapa de: Planeación, Preparación del Sitio y Construcción.

IMPACTO AMBIENTAL 1:	**Modificación de topografía y morfología del sitio**
Factor ambiental impactado:	Relieve y topografía
Actividades causantes:	Cortes, excavaciones y nivelaciones. Formación de terraplenes y terracerías. Excavaciones para la construcción de los túneles.
Tipo de impacto:	Adverso.
Descripción:	Las actividades de cortes, excavaciones y nivelaciones para la construcción de la carretera y sus dos túneles, así como para la construcción del puente, casa de máquinas, alcantarillas y obras de drenaje mayor —y en general todo movimiento de tierra— causará una modificación en las características actuales de la fisiografía de la zona. Estas actividades sólo serán realizadas dentro del DDV por delimitar y **no afectarán a las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Cañadas del Río Chiquito, así como al Área Natural Protegida de carácter estatal Francisco Zarco, con las cuales colinda.**
Código asignado (RIAM):	FQ1

Valoración (RIAM):		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	Estas actividades estarán restringidas al DDV, y por ello la escala de importancia del impacto es únicamente local.
Magnitud	-2	En algunos sitios de lomeríos se requerirán cortes significativos
Permanencia	3	
Reversibilidad	3	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 2:	**Modificación de las propiedades químicas del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes**
Factor ambiental impactado:	Suelo/Calidad
Actividades causantes:	Uso de equipo y maquinaria Transporte de materiales Instalación de la planta de asfalto
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La operación y tránsito de vehículos y maquinaria pesada durante la construcción de la obra civil, y movimientos de tierra en general, así como la instalación y operación de la planta mezcladora de asfalto, pueden ocasionar derrames accidentales de combustibles y lubricantes en suelo natural dentro del DDV. También se puede ocasionar derrames como resultado de carga de tanques de combustible, y actividades de mantenimiento y lubricación de los equipos.
Código asignado (RIAM)	FQ2

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	
Magnitud	-1	Por los volúmenes de combustibles y lubricantes que se emplearán, no se esperan derrames significativos.
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	En caso de derrames, se pueden llevar a cabo actividades de remediación
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 3:	**Contaminación de suelo por una inadecuada disposición de residuos de construcción, urbanos y peligrosos**
Factor ambiental impactado:	Suelo/Contaminación
Actividades causantes:	Estudios complementarios. Delimitación del DDV. Instalación y uso de oficinas de obra. Instalación y operación de la planta mezcladora de asfalto. Pavimentación. Emportalamiento y revestimiento de túneles. Construcción de obras auxiliares. Construcción de las casas de máquinas. Construcción de obra civil de alcantarillas y drenajes mayores Adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna. Construcción del puente.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Las actividades de obra civil en general traerán como consecuencia generación de tres tipos de residuos potencialmente contaminantes del suelo. Algunos cambios incluyen el potencial de hidrógeno, alcalinidad, intercambio iónico, radio catiónico y la absorción de nutrientes. Casi todas las actividades de obra generan residuos de la construcción consistentes en residuos de concreto y cemento y asfaltos, piedras y escombro de pequeñas demoliciones a veces necesarias. También existe generación de residuos peligrosos tales como estopas impregnadas con grasas o aceites, colillas de soldadura, estopas con thinner, aceite gastado, residuos de pintura y suelo impregnado con hidrocarburos. Los volúmenes generados no son grandes, sin embargo debido a su toxicidad deben tener un manejo adecuado. Por último existe la generación de residuos urbanos provenientes de la actividad humana.
Código asignado (RIAM)	FQ3

Valoración (RIAM):		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	Todas las actividades se llevarán a cabo dentro del DDV del proyecto.
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 4:	**Pérdida de la capa edáfica o suelo fértil**
Factor ambiental impactado:	Suelo/Capa edáfica
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Cortes, excavaciones y nivelaciones Compactación para desplante de terraplén Formación de terraplenes Obras de construcción para conformar los portales de los túneles y construcción de la casa de máquinas.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Las actividades de desmonte y despalme, de cortes, excavaciones y nivelaciones, compactación para desplante de terraplén y formación del mismo, así como para la construcción de los portales de los túneles, y el movimiento de tierras en general, ocasionará pérdida de la capa edáfica, ya sea por su retiro o bien por su cubrimiento con otros materiales.
Código asignado (RIAM)	FQ4

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Con la afectación a la capa edáfica se modifica la estructura física del suelo, se fomentan procesos erosivos y se pierde el sustrato para el establecimiento de la vegetación.

IMPACTO AMBIENTAL 5:	**Incremento en el grado de erosión**
Factor ambiental impactado:	Suelo/Erosión
Actividades causantes:	Desmonte. Despalme. Cortes, nivelaciones y excavaciones. Cierre o desvío temporal en el flujo de agua. Construcción de alcantarillas y drenajes mayores.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	El incremento en el grado de erosión, se ocasionará cuando se realice el desmonte y el despalme en el DDV, y en las áreas de cimentación de los apoyos del puente, así como cuando se realicen actividades de cortes, nivelaciones y excavaciones, y durante la construcción de alcantarillas y drenajes menores. La erosión podrá ser causada por agentes eólicos y mayormente hídricos.
Código asignado (RIAM)	FQ5

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	
Magnitud	-2	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Con la erosión se pierde el suelo fértil, se modifican los patrones hidrológicos superficiales y se limita la regeneración natural de vegetación.

IMPACTO AMBIENTAL 6:	**Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera.**
Factor ambiental impactado:	Aire/Calidad
Actividades causantes:	Despalme Cortes, nivelaciones y excavaciones, incluyendo las correspondientes a los túneles. Compactación para desplante de terraplén. Formación de terraplenes. Instalación y operación de planta mezcladora de asfalto Pavimentación. Movimientos de tierra derivados de la construcción del puente y túneles. Afectación al tránsito en los accesos a los frentes de obra. Uso de equipo y maquinaria Transporte de materiales
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La operación de los equipos y maquinaria con motores de combustión interna será la principal causa de generación de impactos en este factor ambiental. Se prevé como resultado de esta actividad la emisión de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) no quemados y partículas. La magnitud de este impacto dependerá en gran medida del estado de los motores y el correspondiente equipo de control de emisiones, así como del tipo y calidad del combustible utilizado. También la operación de la planta mezcladora de asfalto y las actividades de pavimentación, la circulación de vehículos de transporte de materiales, recolección de residuos y demás

	vehículos relacionados con las obras, serán fuente de emisiones de gases contaminantes. La generación de partículas se tendrá durante toda la etapa de construcción, siendo especialmente notoria durante las actividades de despalme, cortes, excavaciones y nivelaciones, formación de terraplenes y movimientos de tierra en general. Por último, los operativos de tránsito en los accesos a los frentes de obra podrían traer como consecuencia un aumento en la generación de gases contaminantes por parte de los usuarios de las vialidades cercanas al área del proyecto.
Código asignado (RIAM)	FQ6

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	-2	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 7:	**Modificación al confort sonoro.**
Factor ambiental impactado:	Aire/Confort sonoro
Actividades causantes:	Cortes, nivelaciones y excavaciones, incluyendo las correspondientes a los túneles. Compactación para desplante de terraplén. Formación de terraplenes. Instalación y operación de planta mezcladora de asfalto. Pavimentación. Obras complementarias. Construcción de alcantarillas y drenajes mayores. Construcción del puente. Uso de equipo y maquinaria. Transporte de materiales. Instalación de alumbrado, señalización y balizamiento.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Se generará ruido y vibraciones que incluso rebasarán los 90 dB(A) por lapsos cortos de tiempo dentro y en las proximidades del DDV debido a la operación de la planta mezcladora de asfalto, al uso de equipo y maquinaria por cortes, compactación, nivelaciones y excavaciones de los túneles, para el desplante del terraplén y formación del mismo, construcción de obra civil de alcantarillas y drenajes menores así como las obras de construcción del puente, así como por la pavimentación.
Código asignado (RIAM)	FQ7

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	-2	
Permanencia	2	Su permanencia se limita a la duración de las actividades causantes.
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Se considera acumulativo porque ahuyenta a algunas especies de fauna de sus áreas de distribución.

IMPACTO AMBIENTAL 8:	**Modificación del patrón de drenaje superficial**
Factor ambiental impactado:	Agua/Hidrología superficial.
Actividades causantes:	Desmonte. Despalme. Cortes, nivelaciones y excavaciones. Compactación para desplante de terraplén. Formación de terraplenes. Pavimentación. Obras complementarias. Construcción de portales de túneles. Construcción de alcantarillas y drenajes mayores Construcción del puente.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Las diferentes actividades de construcción, principalmente desmonte y despalme, cortes, nivelaciones y excavaciones, cierre o desvío temporal de flujo de agua de escorrentías para la construcción de alcantarillas, drenajes mayores y el puente, pueden modificar de una manera significativa los patrones de escurrimientos superficiales naturales dentro del DDV —que a su vez determinan la distribución de la biodiversidad—, ya sea producto de la erosión del suelo, u obstrucciones por movimientos de tierras en general y cambios en la topografía.
Código asignado (RIAM)	FQ8

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	-3	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	La modificación del patrón hidrológico superficial puede entenderse como acumulativa, porque podría alterar los patrones de distribución de flora y fauna, además de tener un efecto erosivo en otras zonas.

IMPACTO AMBIENTAL 9:	**Afectación de la calidad del agua en drenajes superficiales**
Factor ambiental impactado:	Agua/Calidad
Actividades causantes:	Instalación y uso de oficinas temporales Cortes, excavaciones y nivelaciones. Pavimentación. Construcción de la casa de máquinas. Emportalamiento y revestimiento de túneles. Cierre o desvió temporal del flujo de agua para construcción de alcantarillas y drenajes. Obra civil de alcantarillas y drenajes. Adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna. Movimiento de tierras y construcción del puente.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La instalación y uso de oficinas de obra e instalaciones temporales podrán afectar eventualmente la calidad del agua en escurrimientos superficiales debido a descargas de tipo sanitario. Adicionalmente todas las actividades relacionadas con la construcción de alcantarillas, drenajes mayores, puente, túneles y casa de máquinas, podrían afectar la calidad de los escurrimientos que atraviesan, por el vertimiento voluntario o por descuido de materiales o residuos por parte de trabajadores de la construcción. De ocurrir este impacto, podría ser de importancia a nivel del SAR definido para el proyecto (la microcuenca del Río Chiquito), que comprende además las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Cañadas del Río Chiquito.
Código asignado (RIAM)	FQ9

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Dependiendo de las sustancia y de la magnitud de un derrame, éste podría tener una incidencia en la salud de los ecosistemas acuáticos.

IMPACTO AMBIENTAL 10:	**Incremento en la demanda de agua cruda y potable**
Factor ambiental impactado:	Agua/Disponibilidad de agua (cruda y potable)
Actividades causantes:	Instalación y uso de oficinas de obra temporales. Compactación para desplante de terraplén. Formación de terraplenes. Obras complementarias. Emportalamiento y revestimiento de los túneles. Obra civil de alcantarillas y drenajes mayores Adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna Construcción del puente.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Se demandará agua cruda y potable para las actividades de construcción en general, especialmente para la compactación para desplante y formación de terraplenes, en la construcción de obras complementarias, en la obra civil para alcantarillas y drenajes mayores, en la adecuación de las obras hidráulicas como pasos de fauna y en las obras de construcción del puente, así como en el emportalamiento y revestimiento de los túneles. También se tendrá demanda de agua potable para consumo y aseo de los trabajadores.
Código asignado (RIAM)	FQ10

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	3	A nivel del SAR del proyecto.
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	3	

IMPACTO AMBIENTAL 11:	**Pérdida de superficies con cobertura forestal**
Factor ambiental impactado:	Vegetación/Abundancia de individuos vegetales.
Actividades causantes:	Desmonte. Despalme.
Tipo de impacto:	Adverso.
Descripción:	Las actividades de desmonte y despalme afectarán la abundancia de individuos vegetales. La superficie de afectación forestal será de 3.09 hectáreas, principalmente de matorral subtropical y bosque de encino.
Código asignado (RIAM)	BE1

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Es acumulativo porque la pérdida de cobertura vegetal trae consigo una reducción en la disponibilidad de hábitat para fauna, y disminución en la calidad de los servicios ambientales que brinda la cobertura vegetal

IMPACTO AMBIENTAL 12:	**Incremento en la superficies con cobertura forestal**
Factor ambiental impactado:	Vegetación/Abundancia de individuos vegetales
Actividades causantes:	Acciones de reforestación en zonas específicas
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Como se ha mencionado anteriormente el proyecto contempla como una de las actividades de compensación ya integradas al mismo, la reforestación de 30.9 hectáreas (en proporción 10 a 1 de la superficie de afectación forestal) en áreas específicas, principalmente incluidas en la Zonas de Restauración y Protección Ambiental La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, utilizando las especies nativas establecidas en los planes de restauración de estas áreas y que fueron elaborados por la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) del Estado de Michoacán. Esto tendrá un efecto benéfico sobre la abundancia de individuos vegetales de la zona.
Código asignado (RIAM)	BE2

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	Se considera de importancia a nivel del SAR porque las acciones de reforestación serán implementadas en las dos Zonas de Restauración y Protección Ambiental previamente mencionadas, como en áreas que promuevan su conectividad.
Magnitud	1	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Las acciones de reforestación crean condiciones para el establecimiento de otras especies de flora y hábitat para diversas especies de fauna, además de brindar diversos servicios ambientales.

IMPACTO AMBIENTAL 13:	**Afectación a la abundancia de individuos faunísticos**
Factor ambiental impactado:	Fauna/Abundancia de individuos faunísticos
Actividades causantes:	Desmonte. Despalme. Cortes, nivelaciones y excavaciones.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Con relación a la fauna, el proyecto afectará la abundancia de vertebrados durante sus distintas etapas, siendo las actividades más impactantes las correspondientes al desmonte y despalme, ya que estas pueden tener una incidencia directa sobre ese factor por la drástica modificación de su hábitat natural. Adicionalmente, la perturbación generada por las actividades de cortes, nivelaciones y excavaciones, incluyendo las necesarias para la construcción de los dos túneles, ahuyentarán a la fauna lejos de los frentes de obra.
Código asignado (RIAM)	BE3

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	El ahuyentamiento de fauna ocurrirá más allá del DDV, incluso pudiendo incidir la abundancia de organismos en las colindancias del proyecto con las Zonas de Restauración y Protección Ambiental La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, así como en el Área Natural Protegida de carácter Estatal Francisco Zarco.
Magnitud	-2	
Permanencia	2	Se considera temporal, dado que una vez finalizada la etapa de construcción, es factible que muchas especies recolonicen la zona.
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 14:	**Afectación a la riqueza de especies faunísticas**
Factor ambiental impactado:	Fauna/Diversidad de especies de fauna (riqueza)
Actividades causantes:	Desmonte. Despalme.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	El proyecto afectará la riqueza de vertebrados a escala local durante las obras, especialmente durante el desmonte y despalme dentro del DDV, donde las modificaciones realizadas pueden resultar determinantes en la posterior composición de la comunidad de vertebrados.
Código asignado (RIAM)	BE4

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	4	
Magnitud	0	No se considera la posibilidad de tener extinciones locales de ninguna de las especies registradas en el SAR del proyecto
Permanencia	3	
Reversibilidad	3	
Acumulación	1	

IMPACTO AMBIENTAL 15:	**Pérdida de hábitat disponible para fauna**
Factor ambiental impactado:	Fauna/Hábitat disponible
Actividades causantes:	Desmonte Despalme
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Las actividades de desmonte y despalme en el DDV ocasionarán una reducción en el hábitat disponible para las especies de fauna. Esta pérdida será de mayor relevancia en las zonas que mantienen matorral subtropical, bosque de encino y vegetación riparia, ya que estos sitios preservan un mejor estado de conservación y condiciones para la presencia de fauna silvestre en comparación con los otros usos de suelo y vegetación encontrados a lo largo del trazo del proyecto.
Código asignado (RIAM)	BE5

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	3	
Acumulación	3	Se considera acumulativo, ya que los procesos de urbanización de los predios aledaños al trazo del proyecto y que originalmente mantenían cubierta vegetal original, también representan una pérdida de hábitat para la fauna, y este proceso está ocurriendo en gran medida dentro del sistema ambiental regional.

IMPACTO AMBIENTAL 16:	**Afectación de la calidad de vida de los vecinos de las obras**
Factor ambiental impactado:	Población/Calidad de vida
Actividades causantes:	Operativos de tránsito en los accesos a los frentes de trabajo. Uso de equipo y maquinaria. Transporte de materiales.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Los vecinos de la colonia Ejidal Ocolusen, particularmente los más cercanos al portal norte del Túnel 2 serán los principales afectados por las incomodidades y molestias que generan las obras, tales como polvos, ruido y un incremento en el tráfico vehicular de manera temporal.
Código asignado (RIAM)	SC1

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 17:	**Modificación de cualidades estético paisajísticas**
Factor ambiental impactado:	Valores culturales/Cualidades estético paisajísticas
Actividades causantes:	Uso de equipo y maquinaria. Cortes, excavaciones y nivelaciones. Instalación y operación de la planta mezcladora de asfalto. Construcción de los portales de los túneles y de la superestructura del puente. Transporte de materiales.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Las actividades de desmonte y despalme, la instalación de oficinas de obra e instalaciones temporales, la instalación y operación de la planta mezcladora de asfalto así como los cortes, nivelaciones y excavaciones son actividades que ocasionarán una transformación del paisaje de la zona, especialmente dentro y en los alrededores del DDV. Si bien algunas de estas actividades son de carácter temporal, la presencia de la vialidad, así como de los portales de los túneles y del puente, serán las mayores afectaciones al paisaje y serán de carácter permanente.
Código asignado (RIAM)	SC2
Valoración (RIAM):	

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	3	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 18:	**Afectación en el flujo vehicular**
Factor ambiental impactado:	Infraestructura y servicios/flujo vehicular
Actividades causantes:	Operativos de tránsito en los puntos de acceso a los frentes de trabajo. Transporte de materiales.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Aun cuando no se contemplan cierres o desvíos de tráfico vehicular, será necesario establecer operativos viales en los puntos de acceso a los frentes de trabajo. Adicionalmente, el transporte y manejo de materiales necesario para la ejecución de las obras, tendrá una incidencia directa sobre el tráfico vehicular que ordinariamente reciben las vialidades aledañas al proyecto.
Código asignado (RIAM)	EO1

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Se considera acumulativo, dado que en la zona sur de la Ciudad de Morelia —incluyendo los accesos que comunican a la Av. Camelinas con Santa María, Altozano y Jesús del Monte— existe un elevado y creciente tránsito vehicular, promovido por la creciente urbanización de dichas áreas.

IMPACTO AMBIENTAL 19:	**Impulso a la economía local y regional por la ejecución de obras**
Factor ambiental impactado:	Actividad económica/Economía local y regional
Actividades causantes:	Estudios complementarios. Desarrollo del proyecto ejecutivo. Consumo de insumos. En general todas las actividades de obra que requieren la adquisición de insumos.
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La realización de estudios complementarios en campo para el desarrollo del proyecto ejecutivo, el consumo de insumos tales como materiales para la construcción, combustibles, etc.
Código asignado (RIAM)	EO2

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 20:	**Generación de empleo para mano de obra**
Factor ambiental impactado:	Actividad económica/Empleo
Actividades causantes:	Delimitación del DDV. Estudios complementarios. Desarrollo del proyecto ejecutivo. En general todas las actividades de obra que requieren contratación de personal.
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La delimitación del DDV, la realización de estudios complementarios en campo para el desarrollo del proyecto ejecutivo, así como la contratación de personal para ejecutar las diversas labores de construcción, generará empleos temporales para los habitantes de diversas localidades dentro del municipio de Morelia.
Código asignado (RIAM)	EO3

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	1	
Permanencia	2	Se considera temporal, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

V.3.3.2. Impactos ambientales identificados para la etapa de Operación y mantenimiento.

IMPACTO AMBIENTAL 21:	**Contaminación del suelo por residuos provenientes de los usuarios y de las actividades de mantenimiento**
Factor ambiental impactado:	Suelo/Contaminación
Actividades causantes:	Operación de la carretera. Mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Es común que durante la operación de una carretera aparezcan dispersos residuos de tipo doméstico que son arrojados por los usuarios. Asimismo, las actividades de mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares, generarán sus propios residuos que potencialmente pueden afectar la calidad del suelo si no son manejados de manera adecuada. Este impacto podría ser de importancia más allá del DDV, incluso incidiendo sobre las Zonas de Restauración y Protección Ambiental La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, así como en el Área Natural Protegida de carácter Estatal Francisco Zarco; mismas que se ubican en las inmediaciones del proyecto vial.
Código asignado (RIAM)	FQ11

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	Aun cuando los residuos domésticos mal dispuestos no llegaran a dispersarse a través del SAR, este impacto es particularmente sensible por la colindancia del proyecto con áreas de restauración y protegidas.
Magnitud	-1	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 22:	**Disminución de procesos erosivos en drenajes superficiales.**
Factor ambiental impactado:	Suelo/Erosión
Actividades causantes:	Operación de las obras de drenaje pluvial
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Se espera que las obras de drenaje pluvial previstas para el proyecto tengan un funcionamiento adecuado, minimizando el riesgo de generación de procesos erosivos en las zonas adyacentes al proyecto.
Código asignado (RIAM)	FQ12

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	1	
Permanencia	3	Se considera permanente siempre y cuando las obras de drenaje sean sujetas de mantenimiento continuo.
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 23:	**Disminución en la emisión de gases de combustión**
Factor ambiental impactado:	Aire/Calidad
Actividades causantes:	Operación de la carretera
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La agilización en la circulación vehicular en el sur de la Ciudad de Morelia con la operación de esta vialidad, tendrá una repercusión en la disminución de gases de combustión interna por vehículo, al mejorar el rendimiento de los motores. No obstante, esta variación será difícilmente notoria, ya que habrá un alto número de vehículos que transitarán por este nuevo tramo carretero.
Código asignado (RIAM)	FQ13

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	0	Como se describió anteriormente, no se esperan cambios perceptibles en los niveles de emisiones.
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 24:	**Confort sonoro**
Factor ambiental impactado:	Aire/Confort sonoro
Actividades causantes:	Operación de la carretera
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La operación de esta nueva vialidad permitirá una mejor circulación en el sur de la Ciudad de Morelia en comparación con las condiciones actuales, sin embargo, habrá un incremento en los niveles de ruido por la operación de la propia carretera. Aun cuando una proporción considerable del proyecto transcurre sobre túneles, es probable que este impacto incida en el Área Natural Protegida de carácter Estatal Francisco Zarco, y en las Zonas de Restauración y Protección Ambiental La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, en las áreas que se encuentren más próximas al proyecto vial.
Código asignado (RIAM)	FQ14

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 25	**Pérdida de superficie permeable por presencia de capa asfáltica**	
Factor ambiental impactado:	Agua/Área volumen de infiltración	
Actividades causantes:	Operación de la carretera	
Tipo de impacto:	Adverso	
Descripción:	La presencia de la capa asfáltica —que es impermeable durante toda la vida útil del proyecto—, se traduce en una pérdida de superficie permeable de 3.60 Ha que corresponde a los tramos en que la carretera discurre a cielo abierto y sin contemplar a los túneles ni al puente. Sin embargo, como el agua no es aprovechada sino drenada hacia los extremos de la carretera y conducida a los escurrimientos naturales, no se considera una variación notable con respecto al estado actual a nivel del sistema ambiental regional.	
Código asignado (RIAM)	FQ15	
Valoración (RIAM):		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	
Magnitud	-1	La disminución de la superficie permeable será del 0.053% con respecto a la superficie del SAR.
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 26	**Afectación de la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna**
Factor ambiental impactado:	Fauna/Movilidad y dispersión
Actividades causantes:	Operación de la carretera
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Uno de los principales efectos que causa la construcción de cualquier carretera es la fragmentación y aislamiento de poblaciones de vertebrados terrestres. Estas obras pueden constituir barreras capaces de llegar a restringir el flujo génico entre poblaciones.
Código asignado (RIAM)	BE6

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	3	
Magnitud	-1	Se considera un impacto negativo no significativo con respecto al *status quo,* porque la urbanización de Santa María, Altozano, Jesús del Monte y en general de todo el sur de la Ciudad de Morelia, debe ya estar favoreciendo estos procesos de aislamiento.
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Se considera un impacto acumulativo porque el aislamiento puede incidir en la dinámica de las poblaciones, al promover una reducción en el flujo génico y procesos de endogamia.

IMPACTO AMBIENTAL 27	**Mejora en la calidad de vida de los usuarios por disminución del tiempo de recorrido.**
Factor ambiental impactado:	Población/Calidad de vida
Actividades causantes:	Operación de la carretera
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La calidad de vida de los pobladores del sur de la Ciudad de Morelia se verá mejorada con la operación del nuevo proyecto carretero, por la disminución del tiempo invertido en transporte.
Código asignado (RIAM)	SC3

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	4	
Magnitud	2	Habrá una disminución en los tiempos de recorridos
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 28	**Agilización del flujo vehicular**
Factor ambiental impactado:	Infraestructura y servicios/Flujo vehicular
Actividades causantes:	Operación de la carretera
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Con la construcción de esta carretera se agilizará el flujo vehicular en el sur de la Ciudad de Morelia, toda vez que las vialidades existentes que comunican a la Av. Camelinas con la Loma de Santa María, Altozano y Jesús del Monte son insuficientes para el volumen vehicular actual.
Código asignado (RIAM)	EO4

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	4	
Magnitud	2	Las vialidades para acceder a Santa María, Altozano y Jesús del Monte son actualmente insuficientes, sin contemplar que se espera un aumento considerable en el tránsito vehicular en corto y mediano plazo, toda vez que en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia, se contempla la urbanización de amplios espacios en esta región de la ciudad y cuya ocupación actual está dada por campos agropecuarios, situación que como se ha venido reiterando en el curso del presente documento no es óbice del proyecto de infraestructura vial que se pretende ya que el esquema de crecimiento y desarrollo urbano proyectado para la región está perfectamente bien definido en el instrumento existente competencia del orden Municipal.
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 29	**Impulso a la economía local y regional por el mejoramiento en las conexión entre el municipio**
Factor ambiental impactado:	Actividad económica/Economía local y regional
Actividades causantes:	Operación de la carretera
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La economía local se verá beneficiada con la construcción de este proyecto carretero, ya que se contará con una vía más ágil para el desarrollo de actividades económicas y de transporte de mercancías. Por otra parte la economía local dedicada al sector primario, tendrá un beneficio al poder transportar con mayor rapidez sus productos a los centros de abasto.
Código asignado (RIAM)	EO5

Valoración (RIAM):

Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	4	
Magnitud	2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

IMPACTO AMBIENTAL 30	**Generación de empleos para las actividades de mantenimiento**
Factor ambiental impactado:	Actividad económica/Generación de empleo
Actividades causantes:	Mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Las actividades de mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares, permitirán la contratación de personal para ejecutar las diversas labores que implican, generando algunos empleos temporales y otros permanentes para pobladores del Municipio de Morelia.
Código asignado (RIAM)	EO6

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	1	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	2	

V.3.3 Evaluación de los impactos identificados mediante RIAM

RIAM V. Basic © 1997-2000, DHI Water & Environment

Una vez identificados y caracterizados los impactos ambientales derivados de las distintas obras y actividades que componen al proyecto carretero Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, tanto en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción, como en la etapa de Operación y mantenimiento, se estuvo en condiciones de llevar a cabo su evaluación mediante el método de RIAM, utilizando los criterios establecidos en el apartado V.2.3 de este mismo capítulo.

Etapa: Planeación, Preparación del sitio y Construcción

Descripción de actividades

Estas etapas durarán dos años, de los cuales doce meses corresponderán a la planeación y maduración del proyecto, en tanto que la etapa de Preparación del Sitio y Construcción durará también doce meses, en los cuales se desarrollarán las siguientes actividades:

Planificación y Diseño Ejecutivo del proyecto

- Estudios de factibilidad técnica, económica, financiera y complementarios
- Gestión de otras autorizaciones
- Delimitación del derecho de vía
- Desarrollo de proyecto ejecutivo
- Localización de parques de maquinaria, oficinas, etc.

Preliminares generales

- Desmonte
- Despalme
- Instalación y uso de oficinas de obra e instalaciones temporales

Movimiento de tierras

- Cortes, excavaciones y nivelaciones
- Préstamo de bancos de materiales
- Compactación para desplante de terraplén
- Formación de terraplenes

Obra civil

- Instalación y operación de planta mezcladora de asfalto
- Pavimentación
- Obras complementarias (drenaje menor, cunetas, bordillos, canales, lavaderos, etc.)

Construcción de Casa de Maquinas

- Cortes y nivelaciones
- Construcción de la casa de máquinas

Construcción de túneles

- Excavaciones
- Obras de construcción para el emportalamiento y revestimiento de los túneles.
- Movimiento de tierras.

Alcantarillas y drenajes mayores

- Cortes, excavaciones y nivelaciones
- Cierre o desvío temporal del flujo de agua
- Construcción de obra civil
- Adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna

Construcción del puente

- Movimiento de tierras
- Construcción de la superestructura del puente

Obras y trabajos auxiliares

- Operativos de tránsito en los accesos a los frentes de obra
- Uso de equipo y maquinaria
- Transporte de materiales
- Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc)
- Instalación de alumbrado, señalización y balizamiento
- Acciones de reforestación en zonas específicas

Matrices de evaluación de los impactos ambientales durante la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción.

El valor ES, también denominado Puntuación Ambiental es el resultado de la aplicación de la técnica semicuantitativa que hace el RIAM; a partir de esa puntuación se clasifican los impactos (mediante un rango de valores alfabéticos denominado RB) en 5 categorías positivas, 5 negativas y una donde no existe variación en el estado actual, como se explicó anteriormente en el apartado V.2.3.3 de este mismo Capítulo.

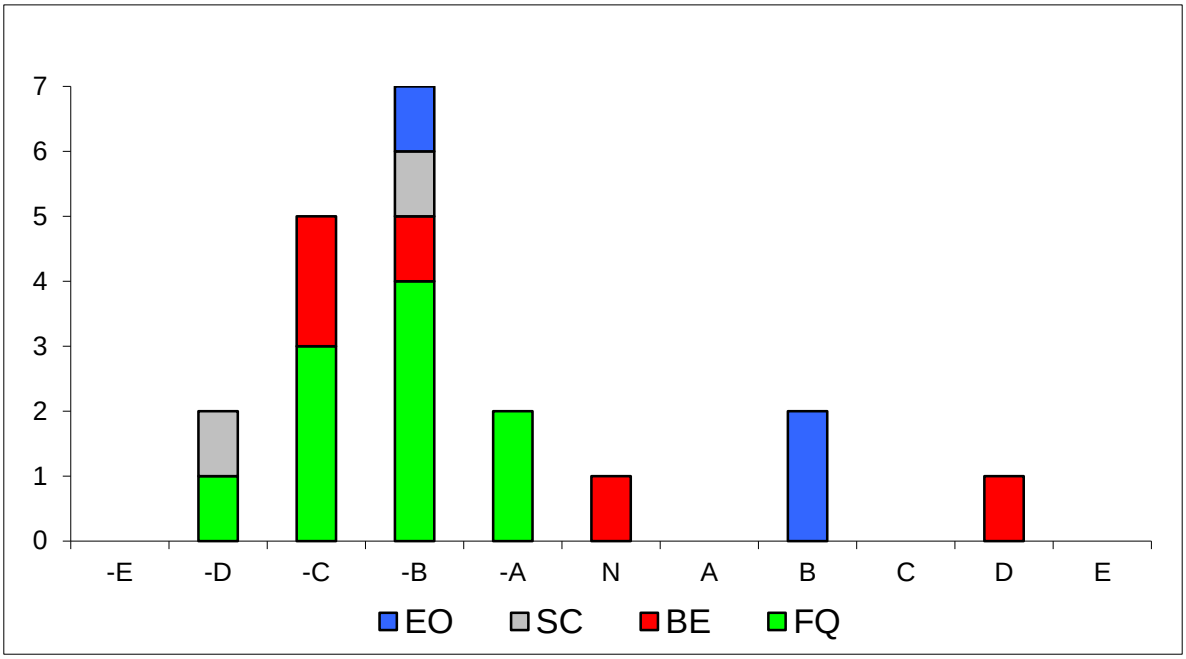
Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción									
Impactos Físico y Químicos (FQ)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
1	FQ1	Modificación de topografía y morfología del sitio.	-16	-B	1	-2	3	3	2
2	FQ2	Modificación de las propiedades químicas del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes.	-6	-A	1	-1	2	2	2
3	FQ3	Contaminación de suelo por una inadecuada disposición de residuos de construcción, urbanos y peligrosos.	-6	-A	1	-1	2	2	2
4	FQ4	Pérdida de la capa edáfica o suelo fértil.	-16	-B	1	-2	3	2	3
5	FQ5	Incremento en el grado de erosión del suelo.	-14	-B	1	-2	2	2	3
6	FQ6	Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera.	-24	-C	2	-2	2	2	2
7	FQ7	Modificación al confort sonoro.	-28	-C	2	-2	2	2	3
8	FQ8	Modificación del patrón de drenaje superficial	-48	-D	2	-3	3	2	3
9	FQ9	Afectación de la calidad del agua en drenajes	-21	-C	3	-1	2	2	3

Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción									
		superficiales.							
10	FQ10	Incremento en la demanda de agua cruda y potable.	-18	-B	3	-1	2	1	3
Impactos Biológico y Ecológicos (BE)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
11	BE1	Pérdida de superficies con cobertura forestal	-16	-B	1	-2	3	2	3
12	BE2	Incremento en la superficies con cobertura forestal.	48	D	3	2	3	2	3
13	BE3	Afectación a la abundancia de individuos faunísticos.	-24	-C	2	-2	2	2	2
14	BE4	Afectación a la riqueza de especies faunísticas.	0	N	4	0	3	3	1
15	BE5	Pérdida de hábitat disponible para fauna.	-32	-C	2	-2	3	2	3
Impactos Sociológico Culturales (SC)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
16	SC1	Afectación de la calidad de vida de los vecinos de las obras.	-12	-B	2	-1	2	2	2
17	SC2	Modificación de las cualidades estético paisajísticas.	-36	-D	3	-2	3	1	2
Impactos Económico Operacionales (EO)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
18	EO1	Afectación en el flujo vehicular.	-14	-B	2	-1	2	2	3
19	EO2	Impulso a la economía local y regional por la ejecución de obras.	15	B	3	1	2	1	2
20	EO3	Generación de empleo para mano de obra.	15	B	3	1	2	1	2

Las siguientes Tabla y Figura, constituyen un resumen de los valores de puntuación ambiental (ES) de los impactos ambientales adversos y benéficos identificados para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción.

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	**-E**	**-D**	**-C**	**-B**	**-A**	**N**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
FQ	0	1	3	4	2	0	0	0	0	0	0
BE	0		2	1	0	1	0	0	0	1	0
SC	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0
Total	**0**	**2**	**5**	**7**	**2**	**1**	**0**	**2**	**0**	**1**	**0**

Histogramas de los valores de puntuación ambiental (ES) de los impactos ambientales adversos y benéficos identificados para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción.



Etapa: Operación y Mantenimiento

Descripción de actividades

Esta etapa tendrá una duración correspondiente a la vida útil del proyecto, durante este tiempo se desarrollarán las siguientes actividades:

- Operación de la carretera
- Operación de las obras de drenaje pluvial
- Operación de los pasos de fauna
- Mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares (puente, túneles, casa de máquinas, carpeta asfáltica, alumbrado, drenaje, pasos de fauna señalización, guarniciones, paramentos)

Matrices de evaluación de los impactos ambientales durante la etapa de Operación y Mantenimiento.

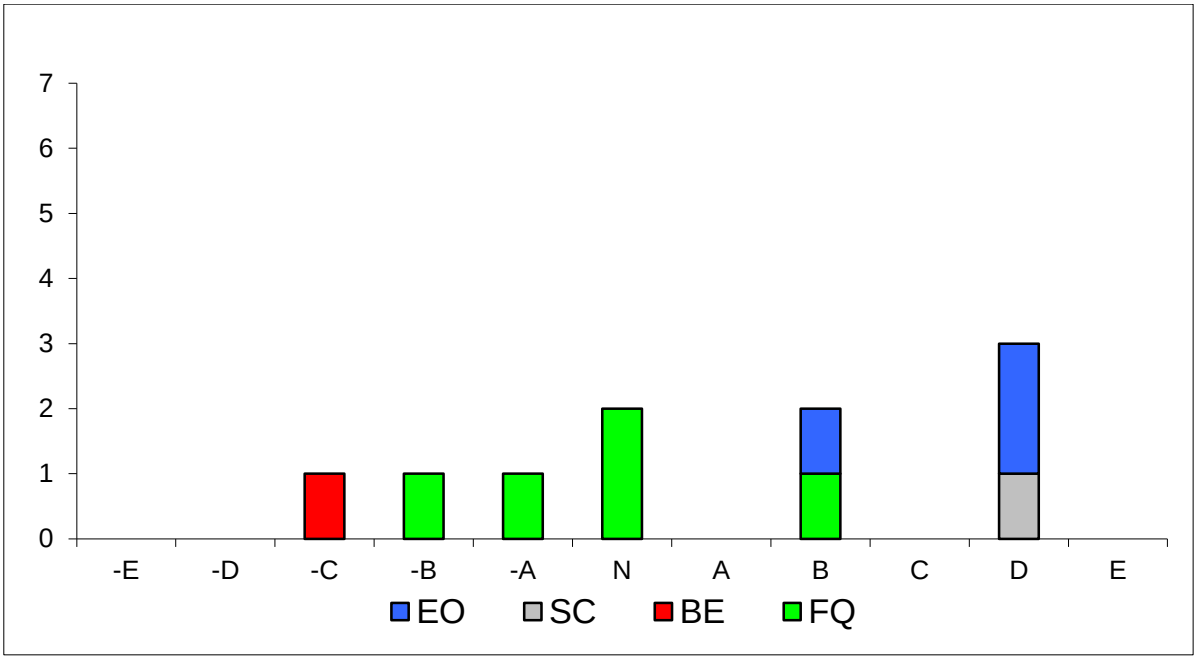
El valor ES, también denominado Puntuación Ambiental es el resultado de la aplicación de la técnica semicuantitativa que hace el RIAM; a partir de esa puntuación se clasifican los impactos (mediante un rango de valores alfabéticos denominado RB) en 5 categorías positivas, 5 negativas y una donde no existe variación en el estado actual, como se explicó anteriormente en el apartado V.2.3.3 de este mismo capítulo.

Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de Operación y Mantenimiento									
Impactos Físico y Químicos (FQ)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
21	FQ11	Contaminación del suelo por residuos provenientes de los usuarios de la carretera y de las actividades de mantenimiento.	-14	-B	2	-1	3	2	2
22	FQ12	Disminución de procesos erosivos en drenajes superficiales.	12	B	2	1	3	1	2
23	FQ13	Disminución en la emisión de gases de combustión.	0	N	2	0	3	2	2
24	FQ14	Confort sonoro.	-28	-C	2	-2	3	2	2
25	FQ15	Pérdida de superficie permeable por presencia de capa asfáltica.	-7	-A	1	-1	3	2	2
Impactos Biológico y Ecológicos (BE)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
26	BE6	Afectación de la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna.	-24	-C	3	-1	3	2	3
Impactos Sociológico Culturales (SC)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
27	SC3	Mejora en la calidad de vida de los usuarios por disminución del tiempo de recorrido.	48	D	4	2	3	1	2
Impactos Económico Operacionales (EO)									
No	**Código**	**Impacto**	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
28	EO4	Agilización del flujo vehicular en el sur de la Ciudad de Morelia.	48	D	4	2	3	1	2
29	EO5	Impulso a la economía local y regional por el mejoramiento en las conexión entre el municipio.	48	D	4	2	3	1	2
30	EO6	Generación de empleos para las actividades de mantenimiento.	18	B	3	1	3	1	2

Las siguientes Tabla y Figura, constituyen un resumen de los valores de puntuación ambiental (ES) de los impactos ambientales adversos y benéficos identificados para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	**-E**	**-D**	**-C**	**-B**	**-A**	**N**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
FQ	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
BE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Total	***0***	***0***	***2***	***1***	***1***	***1***	***0***	***2***	***0***	***3***	***0***

Histogramas de los valores de puntuación ambiental (ES) de los impactos ambientales adversos y benéficos identificados para la etapa de Operación y Mantenimiento.



Resultados de la evaluación de los impactos ambientales de acuerdo al RIAM

La siguiente Tabla compila todos los impactos ambientales (benéficos y adversos) identificados para el proyecto carretero **Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Municipio de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, en el Estado de Michoacán de Ocampo.**

No	Código	Impactos adversos y benéficos identificados en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción	ES	RB
1	FQ1	Modificación de topografía y morfología del sitio.	-16	-B
2	FQ2	Modificación de las propiedades químicas del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes.	-6	-A
3	FQ3	Contaminación de suelo por una inadecuada disposición de residuos de construcción, urbanos y peligrosos.	-6	-A
4	FQ4	Pérdida de la capa edáfica o suelo fértil.	-16	-B
5	FQ5	Incremento en el grado de erosión del suelo.	-14	-B
6	FQ6	Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera.	-24	-C
7	FQ7	Modificación al confort sonoro.	-28	-C
8	FQ8	Modificación del patrón de drenajes superficiales.	-48	-D
9	FQ9	Afectación de la calidad del agua en drenajes superficiales.	-21	-C
10	FQ10	Incremento en la demanda de agua cruda y potable.	-18	-B
11	BE1	Pérdida de superficies con cobertura forestal.	-16	-B
12	BE2	Incremento en la superficies con cobertura forestal.	48	D
13	BE3	Afectación a la abundancia de individuos faunísticos.	-24	-C

No	Código	Impactos adversos y benéficos identificados en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción	ES	RB
14	BE4	Afectación a la riqueza de especies faunísticas.	0	N
15	BE5	Pérdida de hábitat disponible para fauna.	-32	-C
16	SC1	Afectación de la calidad de vida de los vecinos de las obras.	-12	-B
17	SC2	Modificación de cualidades estético paisajísticas.	-36	-D
18	EO1	Afectación en el flujo vehicular.	-14	-B
19	EO2	Impulso a la economía local y regional por la ejecución de obras.	15	B
20	EO3	Generación de empleo para mano de obra.	15	B

No	Código	Impactos adversos y benéficos identificados en la etapa de Operación y mantenimiento	ES	RB
21	FQ11	Contaminación del suelo por residuos provenientes de los usuarios y de las actividades de mantenimiento.	-14	-B
22	FQ12	Disminución de procesos erosivos en drenajes superficiales.	12	B
23	FQ13	Disminución en la emisión de gases de combustión.	0	N
24	FQ14	Confort sonoro.	-28	-C
25	FQ15	Pérdida de superficie permeable por presencia de capa asfáltica.	-7	-A
26	BE6	Afectación de la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna.	-24	-C
27	SC3	Mejora en la calidad de vida de los usuarios por disminución del tiempo de recorrido.	48	D
28	EO5	Agilización del flujo vehicular en el sur de la Ciudad de Morelia.	48	D
29	EO6	Impulso a la economía local y regional por el mejoramiento en las conexión entre el municipio.	48	D
30	EO7	Generación de empleos para las actividades de mantenimiento.	18	B

Discusión de resultados generales

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales (obtenidos mediante el RIAM) del proyecto *"Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo"*, se puede observar, en primera instancia, que para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción se identificaron 20 impactos ambientales potenciales adversos o benéficos, a factores ambientales por acciones del proyecto, y 10 para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Así pues, la etapa en la que se puede ver el mayor número de impactos ambientales es en la **Preparación del Sitio y Construcción** con 16 impactos negativos; 1 en el que no se espera un cambio sensible del estado actual y 3 de ellos positivos. Entre los impactos negativos, destaca en primer lugar la posible afectación de los patrones hidrológicos (-D) durante las obras, ya que en el SAR existen varios escurrimientos naturales intermitentes y el Río Chiquito, que aunado a las características topográficas presentes, hacen que sea un impacto acumulativo por favorecer la erosión, lo que convierte al puente y a las obras de drenaje pluvial en un elemento de proyecto indispensable y al que se le debe poner especial atención. El otro impacto negativo de mayor relevancia a nivel del SAR es la modificación de las cualidades paisajísticas (-D) por la presencia de obras y por las modificaciones topográficas y la introducción de elementos ajenos al paisaje natural, tales como el puente, los dos túneles y las terracerías a cielo abierto.

Seguidamente hay 5 impactos negativos significativos (-C), algunos de ellos relacionados con el uso de maquinaria pesada y equipo, especialmente durante las actividades de movimientos de tierras, nivelaciones y excavaciones; todas ellas afectan la calidad del aire por generación de partículas, gases contaminantes,

ruido y vibraciones que influyen además en el confort sonoro. Otro impacto también relacionado con las actividades constructivas de las alcantarillas, drenajes mayores, puente, túneles y casa de máquinas, así como el uso de oficinas de obra e instalaciones temporales, es la potencial afectación a la calidad de los escurrimientos, debido al vertimiento voluntario o por descuido de materiales o residuos por parte de trabajadores de la construcción. Los otros dos impactos negativos son los relacionados con la disminución de hábitat para fauna como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme y con una disminución en su abundancia, porque las propias actividades de la obra son promotores de perturbación que la ahuyentan.

Entre los impactos ambientales negativos medianamente significativos (-B), se obtuvo la modificación de la topografía y morfología del sitio; la pérdida de la capa edáfica o suelo fértil; el incremento en el grado de erosión, así como en la demanda de agua cruda y potable; la afectación de la calidad de vida de los vecinos cercanos a los frentes de obra, así como una afectación en el flujo vehicular.

Es conveniente hacer notar que a pesar de la importancia que tiene la pérdida de la cobertura forestal en cualquier proyecto —porque con ello se afectan además otros procesos ecosistémicos—, la magnitud de este impacto en el contexto del SAR, considerando que la afectación de la superficie de forestal será de sólo 3.09 hectáreas (0.0745% de la superficie total con vegetación forestal en el SAR), únicamente permite clasificarlo como negativo sin que por ello se puedan generar desequilibrios ecológicos graves a los ecosistemas presentes.

Los bajos impactos ambientales negativos (-A) que se determinaron son la posible modificación de las propiedades químicas del suelo por uso de distintas sustancias

como asfaltos, combustibles y aceites lubricantes; y la posible contaminación por residuos de construcción, residuos urbanos y residuos peligrosos.

Hubo un impacto adicional cuya variación se espera que no será la suficiente para provocar cambio sensible al estado actual (*status quo*) que presenta el SAR, y es la afectación a la riqueza de especies de fauna (no así de su abundancia), ya que no se considera la posibilidad de tener extinciones locales de ninguna de las especies registradas en el SAR del proyecto directa o indirectamente.

Aun cuando las obras de construcción normalmente causan impactos negativos, es posible encontrar algunos beneficios que se tendrán durante esta etapa. Así pues, se encontraron 2 impactos positivos medianamente significativos (B; o simplemente impactos positivos), que son el impulso a la economía local y regional, y la generación de empleo para mano de obra. Asimismo se detectó un alto impacto positivo significativo (D), por la implementación de actividades de restauración a manera de compensación, que incluyen la reforestación de 30.9 hectáreas, equivalentes a una proporción de 10:1 con respecto a la superficie susceptible a desmontar. Esta medida ya está contemplada en el proyecto y se presenta anexa a este estudio, en el Programa de Restauración Ecológica.

En la fase de **operación y mantenimiento** se encontraron 10 impactos ambientales, de los cuales cuatro son negativos, uno no cambia el estado actual del SAR, y cinco de ellos se consideran benéficos.

Los principales impactos negativos significativos (-C) durante esta etapa del proyecto los constituyen la afectación al confort sonoro por el incremento en los niveles de ruido ocasionado por la operación de la propia carretera y el efecto barrera para la movilidad y dispersión de fauna. Sin embargo, dado que este proyecto considera como parte integral del mismo, la adecuación de obras

hidráulicas para que sean funcionales como pasos de pasos de fauna, el efecto negativo se verá compensado.

También se espera un impacto valorado como negativo no significativo (o simplemente negativo; -B y -A) la contaminación del suelo por residuos provenientes de los usuarios de carretera, lo cual sucede en todas las carreteras del país, así como residuos provenientes de las actividades de mantenimiento. Este impacto puede incidir en las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia.

La pérdida de superficie permeable por presencia de carpeta asfáltica, fue considerado como un bajo impacto negativo, ya que la disminución de 3.60 Ha en el SAR —que estarán ocupadas por la corona de la carretera, es decir la longitud del trazo exceptuando el puente y los túneles—, apenas será sensible en cuanto a la capacidad de infiltración de agua al acuífero. Adicionalmente, es importante considerar que al no haber ningún tipo de aprovechamiento de la precipitación pluvial con el proyecto carretero, ésta será conducida por las obras de drenaje a los escurrimientos naturales y a otras superficies permeables capaces de infiltrarla.

Por último, durante la operación se espera una disminución en la emisión de gases de combustión interna promovido por las mejores condiciones de circulación vehicular. Sin embargo, comparado con el estado que guardan los factores que promueven este impacto actualmente en el sur de la Ciudad de Morelia, no se espera que tenga suficiente incidencia para cambiar sensiblemente las condiciones actuales del sistema ambiental (N).

Por otro lado, se pondera en un alto valor positivo (D) para la reactivación económica, que trae consigo el impulso a la economía local y a nivel municipal por

el mejoramiento en la conexión entre diversas localidades, por la agilización del flujo vehicular y el mejoramiento en la calidad de vida de los usuarios de la carretera, ya que habrá una disminución en los tiempos de recorrido. Como otro impacto positivo, destaca la generación de empleos temporales y permanentes para ejecutar las actividades de mantenimiento de la vialidad y obras auxiliares.

De los impactos negativos identificados y descritos anteriormente, para cada una de las etapas de este proyecto, en el siguiente apartado se analizan aquellos considerados acumulativos y residuales en el contexto del SAR.

Análisis de los impactos ambientales acumulativos y residuales en el SAR

Una vez habiendo identificado los principales impactos adversos y benéficos que podrían derivar de las actividades de Planeación y Preparación del Sitio, Construcción y Operación, así como de la etapa de Operación y mantenimiento, en este apartado consideramos conveniente resaltar aquellos impactos ambientales acumulativos y residuales cuya magnitud es susceptible de incremento, ante la construcción de la Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, sobre los cuales justamente se basa el análisis para una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional como la que se presenta.

En las etapas de la metodología aplicada para la identificación, describir y evaluar los impactos ambientales que una obra o actividad puede generar, se deben contemplar en primer término la totalidad de las interacciones de los componentes del proyecto con los factores de ambiente y de los procesos ecológicos que definen la integridad funcional de los ecosistemas presenten en el SAR. Este análisis permite identificar en un plano traducido al efecto sobre los mismos en el concepto de las implicaciones ambientales o impactos ambientales potencias generales, sin embargo, no todos los impactos ambientales tienen los mismos

atributos y su valoración depende justamente de asignar intensidades como fuentes generadoras de cambios sustanciales a niveles de los componentes físicos del ambiente y de los ecosistemas de los cuales forman parte.

Con sustento en lo anterior, es que en este apartado nos centraremos en aquellos que su incidencia y expresión espacial y temporal puedan manifestarse o traducirse en cambios tangibles en suma con las condiciones ambientales existentes en el Sistema Ambiental Regional delimitado, es decir los impactos ambientales Acumulativos y Residuales.

La siguiente Tabla constituye un cribado de aquellos impactos que en alguna de las dos etapas (Planeación, Preparación del Sitio y Construcción, y Operación y Mantenimiento) del proyecto resultaron adversos significativos (-D, -C, y –B) de acuerdo a la evaluación resultante del RIAM, y que por sus características pueden considerarse como Acumulativos o Residuales.

No	Código	Impactos acumulativos o residuales identificados en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción	ES	RB
1	FQ1	Modificación de topografía y morfología del sitio.	-16	-B
4	FQ4	Pérdida de la capa edáfica o suelo fértil.	-16	-B
5	FQ5	Incremento en el grado de erosión.	-14	-B
8	FQ8	Modificación del patrón de drenaje superficial.	-48	-D
9	FQ9	Afectación de la calidad del agua en drenajes superficiales.	-48	-D
11	BE1	Disminución de superficies con cobertura forestal.	-16	-B
13	BE3	Afectación a la abundancia de individuos faunísticos.	-24	-C
15	BE5	Disminución de hábitat disponible para fauna.	-32	-C

17	SC2	Modificación de cualidades estético paisajísticas.	-36	-D
No	**Código**	**Impactos acumulativos o residuales identificados en la etapa de Operación y Mantenimiento.**	**ES**	**RB**
26	BE6	Afectación de la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna.	-24	-C

A continuación se analiza cada uno de los impactos ambientales identificados como acumulativos y residuales en el SAR. Para una fácil identificación, se enuncia también el número de impacto y su código con el que han sido tratados anteriormente en este mismo capítulo.

Impacto 1. Modificación de topografía y morfología del sitio (FQ1)

Uno de los efectos que conlleva la construcción de este proyecto carretero es la modificación del carácter topográfico a lo largo de su trazo, pero exclusivamente dentro del derecho de vía. Sobre las plataformas, se modifica parcialmente la escorrentía superficial al transformar el relieve por la nivelación del suelo durante la preparación del sitio y construcción. La modificación de la topografía puede también provocar la disminución de hábitat para algunas especies de fauna.

Los cortes estructurales de laderas, incluyendo el emportalamiento de los túneles, afectan la topografía del sitio y modifican su forma (relieve original) de manera permanente, lo cual representa un impacto visual y sobre la calidad del paisaje, que debe considerarse residual en el SAR. Sin embargo, son indispensables, ya que su construcción —siempre y cuando se haya realizado la estabilización de pendientes— minimiza el riesgo estructural por deslizamiento de tierras y desprendimiento de rocas. Por tanto, en este caso, se considera que la magnitud del impacto sobre la modificación estructural de los cerros en los que llevará a

cabo el corte, se debe ponderar con la propia necesidad de desarrollarlo en términos de la viabilidad y seguridad del proyecto, toda vez que no es factible técnicamente la ejecución de este proyecto carretero sin considerarlo.

Impacto 4. Pérdida de la capa edáfica o suelo fértil (FQ4)

El suelo, en sus diferentes dimensiones, se considera 1) fuente de nutrientes; 2) soporte de las plantas; 3) hábitat de fauna que depende del suelo; 4) espacio físico para la ubicación de edificaciones e infraestructuras; y 5) depositario de recursos minerales y culturales.

La flora forma parte de un proceso continuo de formación de suelos y la materia orgánica se descompone gracias a las altas temperaturas y humedad. El suelo conforma un soporte para la flora silvestre que deriva en posibilidades y recursos para la fauna. Con el desmonte de 3.09 hectáreas de vegetación forestal en el derecho de vía, se retirará el horizonte orgánico del suelo, ocasionando pérdida de fertilidad, lo cual constituye un impacto acumulativo en el SAR y de particular relevancia en las zonas identificadas como de fragilidad media y alta a lo largo del trazo, acorde con la evaluación de fragilidad establecida en el Capítulo IV de este mismo estudio.

Impacto 5. Incremento en el grado de erosión (FQ5)

Los procesos de erosión, que pueden ser hídricos o eólicos, comienzan cuando la cubierta vegetal es retirada y el suelo queda desnudo. La erosión hídrica es importante en sitios en donde la precipitación pluvial es alta y adquiere menor importancia en sitios donde llueve poco. La erosión eólica es importante en sitios donde los vientos corren con energía, como ocurre en esta región del país. De

acuerdo a las características del DDV, los sitios más propensos a sufrir estos procesos son justamente donde existen escurrimientos, sobre todo aquellos que son intermitentes, debido a las pendientes que presentan. En caso de que se llegaran a presentar, podrían rebasar los límites del DDV; sin embargo difícilmente rebasarán más allá de unos cientos de metros. Este impacto debe considerarse acumulativo en el contexto del SAR.

Con base en el ejercicio realizado en esta MIA-R para evaluar el grado de erosión hídrica del suelo en el SAR delimitado, se observó que prácticamente todo el sistema se encuentra en riesgo de pérdida de suelo, incrementándose en las zonas con relieve accidentado, a medida que la elevación disminuye desde Pico Azul hasta las inmediaciones del límite de la Ciudad de Morelia, en donde la poca pendiente y la urbanización, hacen que la pérdida disminuya hasta un rango menor a 10 ton/ha/año.

Impacto 8. Modificación del patrón de drenajes superficiales (FQ8)

En el SAR, el Río Chiquito constituye un cuerpo de agua superficial que transporta agua todo el año, desde las cumbres de Pico Azul hasta su encauzamiento en un canal revestido que cruza la zona urbana de Morelia. Adicionalmente en el SAR, también existe una serie de escurrimientos superficiales intermitentes que fundamentalmente funcionan como drenes naturales en los lomeríos y que aguas abajo conectan también con el Río Chiquito, cruzando las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia.

El depósito de material en el cauce de las escorrentías superficiales, ya sea producto de la erosión del suelo por la remoción de vegetación, o por las excavaciones o el movimiento de tierras, así como la obstrucción de sus patrones

de flujo debido a cambios en la topografía, pueden alterar el curso de los cauces, ocasionando modificaciones en la distribución de la vegetación y la fauna; este impacto se considera acumulativo en el SAR.

Durante la etapa de construcción será necesario construir un puente y otras obras hidráulicas mayores en los puntos de cruce de dichos escurrimientos —que quedarán establecidos de manera permanente para la operación del proyecto—, mismas que no limitarán su capacidad de conducción hidráulica ni las condiciones de flujo, de modo que no debe haber cambio sensible aguas arriba ni aguas abajo de las estructuras.

Impacto 9. Afectación de la calidad del agua en drenajes superficiales (FQ9)

Todas las actividades relacionadas con la construcción de alcantarillas y drenajes mayores, así como la construcción del puente y portales y revestimiento de los túneles podrían afectar la calidad del agua en el Río Chiquito y en los escurrimientos que atraviesan, debido al arrastre de materiales de construcción. A nivel del SAR, este impacto derivado del proyecto en análisis es considerado acumulativo.

Impacto 11. Disminución de cubierta vegetal forestal (BE1)

Durante la construcción de la carretera habrá una afectación de la cobertura vegetal como consecuencia del desmonte necesario para la ocupación del cuerpo carretero. De acuerdo con la valoración del RIAM, este impacto fue clasificarlo como negativo medianamente significativo, dado que las 3.09 Ha de bosque de encino, matorral subtropical y vegetación riparia sobre las cuales se tendrá cambio en el uso del suelo de terrenos considerados forestales, representan únicamente

el 0.0745% de la superficie total con vegetación forestal en el SAR. Este impacto ambiental que es considerado residual en el contexto del Sistema Ambiental Regional, será compensado fundamentalmente por las actividades de reforestación que se contemplan como parte integral de este proyecto (Ver. Programa de Restauración Ecológica; Anexo al presente estudio) y cuya superficie será diez veces mayor a la de afectación, es decir, con el desarrollo del proyecto se desmontarán 3.09 hectáreas de vegetación forestal, pero se ganarán en el sistema ambiental regional a través de un programa de reforestación de una superficie de 30.9 hectáreas, que será implementado en la Zonas de Restauración y Protección Ambiental La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia,

Impacto 13. Afectación a la abundancia de individuos faunísticos (BE3)

Con relación a la fauna, el proyecto afectará la abundancia de vertebrados durante la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción, siendo las actividades más impactantes el desmonte y despalme en el derecho de vía, que conllevan a la pérdida de hábitat. Asimismo, el ruido que generan las distintas actividades de obra, particularmente las excavaciones de los túneles, pueden ocasionar una reducción en la abundancia de vertebrados terrestres alrededor del trazo del proyecto y su DDV por ahuyentamiento. Este impacto se considera acumulativo en el SAR, y una vez terminada la etapa constructiva del proyecto, puede haber un restablecimiento de las poblaciones de vertebrados por recolonización natural.

Impacto 15. Pérdida de hábitat disponible para fauna (BE5)

La fauna silvestre forma parte de la biodiversidad de un sitio, y su composición, abundancia y distribución son parte esencial del funcionamiento de los ecosistemas. Algunos vertebrados tienen áreas de distribución extensas que abarcan grandes superficies del SAR, no obstante, los pequeños mamíferos, reptiles y anfibios tienen por lo general áreas de distribución más restringidas y, por lo tanto, son más susceptibles ante la pérdida de fragmentos de vegetación.

Esta pérdida será de mayor relevancia en las 3.09 Ha de vegetación considerada forestal y que será necesario desmontar, ya que estos sitios preservan mejores condiciones para la presencia de fauna silvestre. Actualmente, este impacto ocurre de manera independiente al desarrollo del proyecto, principalmente por la ampliación de las fronteras agrícolas y por el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el sur de la Ciudad de Morelia, y de manera específica, en el extremo noroeste del SAR, en donde se pretende ubicar este proyecto carretero. Este impacto es considerado residual con relación al SAR delimitado para este proyecto.

Impacto 17. Modificación de cualidades estético paisajísticas (SC2)

El paisaje, entendido como el aspecto que adquiere el espacio geográfico, está compuesto por elementos que se articulan entre sí. Estos elementos son básicamente de tres tipos: abióticos, bióticos y antrópicos.

Durante la etapa de construcción el proyecto se introducen una serie de componentes con repercusión en la calidad paisajística como son: el desorden visual y multiplicidad de contrastes; el ruido de maquinaria temporal y a determinadas horas; la presencia de polvo por los movimientos de tierras; y la

modificación del relieve. La mayor parte de estas afecciones son temporales y desaparecerán cuando la obra está terminada, a excepción de la modificación del relieve en donde se alojará a la carretera, incluyendo los portales de acceso a los túneles y el puente sobre el cauce del Rio Chiquito, que suponen una alteración de carácter permanente; este es un impacto de tipo residual en el SAR.

Impacto 26. Afectación de la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna (BE6)

Los estudios de campo mostraron una moderada diversidad de vertebrados silvestres, que podría ser dependiente de la existencia de fragmentos de vegetación nativa inmersos en una matriz de áreas agropecuarias y otras ya en proceso de urbanización. Desde esta perspectiva, la construcción del proyecto expuesto en este estudio de impacto ambiental, potencialmente incrementará la incidencia de atropellamientos y el efecto barrera, que tiende a dividir poblaciones grandes y continuas en subpoblaciones pequeñas y parcialmente aisladas. Sin embargo, con el desarrollo de este proyecto se adecuarán tres obras hidráulicas, que permitirán una conexión entre ambos lados de la carretera. Este impacto se considera acumulativo en el SAR.

Conclusiones

Se reconoce que la mayoría de los impactos ambientales negativos residuales y acumulativos a nivel del SAR estarán restringidos a la etapa de Preparación del sitio y Construcción. Entre ellos se considera una potencial afectación de los escurrimientos naturales, pérdida de vegetación terrestre y compactación, erosión, debido a las actividades de desmonte, despalme y excavaciones, cortes y taludes,

así como una modificación de las cualidades estético paisajísticas, y aunque el área afectada será mínima en comparación con el área que ocupan dentro del SAR, se aplicarán las medidas de mitigación generales para los impactos ambientales poco significativo y regulados (descritas en el Capítulo VI), y se implementarán los programas de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, de Conservación y Restauración de suelos y de Restauración Ecológica que se presentan en el Anexo 2 de este estudio. En la Operación, el principal impacto negativo es el efecto barrera que ocasionará la carretera sobre la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna, mismo que el proyecto contempla mitigar con la construcción y adecuación de tres obras hidráulicas para que funcionen como pasos de fauna,

Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada, mitigables, compensables y moderados o despreciables. De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas al proyecto provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos determinantes para su buen funcionamiento, o la salud humana, en virtud de que todas las actividades de obra necesarias para la construcción del proyecto carretero quedarán comprendidas dentro de los límites urbanos de la Ciudad de Morelia.

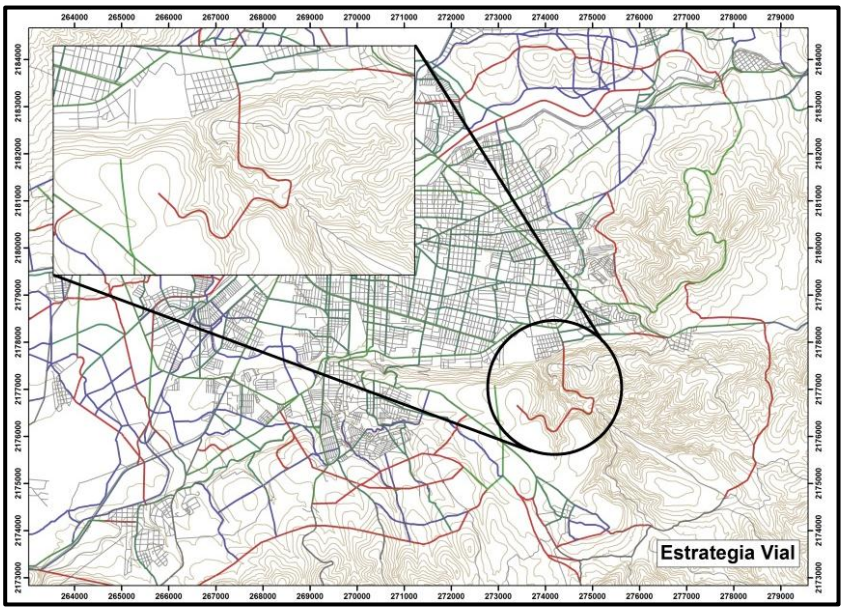
Los impactos positivos moderados, permanecerán durante la vida útil del proyecto y son sinérgicos, pues favorecerán el entorno socioeconómico local y regional.

En términos ambientales, el proyecto se califica como viable, pues no representará riesgos a las poblaciones de especies vulnerables y protegidas por la legislación nacional, puesto que la fragmentación del hábitat ha existido de manera histórica con el desarrollo de actividades productivas en la zona, y más recientemente con su reconversión en áreas urbanas o urbanizables. Adicionalmente, con la

adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna y la reforestación de áreas desprovistas de vegetación y que permitirán una conectividad entre las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y la de Cañadas del Río Chiquito, se espera incluso revertir procesos de aislamiento que pudieran haberse originado anteriormente. Asimismo, la potencial afectación del curso del río y de los cauces de escurrimientos superficiales será mitigado con el mantenimiento del puente y obras de alcantarillado. El proyecto no conllevará riesgos a la salud humana pues su ejecución se apega a lo dispuesto por la normatividad ambiental aplicable.

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

CAPÍTULO VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales del SAR

sega
Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

ÍNDICE

VI.1 Descripción de las medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental..... 4

VI.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas..... 22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI. 1. Localización de las obras hidráulicas..... 11
Figura VI. 2. Ubicación de los pasos de fauna. 16
Figura VI. 3. Ubicación de las áreas a reforestar. 18
Figura VI. 4. Pasos de fauna. 21

FUNDAMENTO JURÍDICO

El presente Capítulo tiene por objeto el establecer las acciones que permitan prever, mitigar o compensar los impactos ambientales acumulativos y residuales identificados por el desarrollo de las obras y actividades que integran el proyecto carretero en el contexto del sistema ambiental regional a efecto de dar cumplimiento a lo dispuesto por el Artículo 13 Fracción VI del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual dispone que la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberá incluir las:

> ***"Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional"***

El establecimiento de dichas medidas permitirán reducir al mínimo los efectos que se han previsto sobre los componentes al ambiente o a los procesos ecológicos de los ecosistemas producto de las acciones del proyecto o en su caso evitar su ocurrencia de tal manera que se proporcionen los elementos a esa Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para que pueda dar cumplimiento a lo dispuesto por el Artículo 44 Fracción del Reglamento en la Materia el cual dispone que al evaluar las Manifestaciones de Impacto Ambiental la Secretaría deberá considerar:

> ***"III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente".***

Ahora bien, para efecto de atender de forma armónica las disposiciones normativas antes invocadas, de acuerdo al Artículo 3, Fracciones XIII y XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se consideran para tal efecto las siguientes definiciones:

> ***"XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente".***
>
> ***"XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas".***

Es importante considerar que ante la ocurrencia de impactos ambientales residuales se podrán llevar a cabo la aplicación de medidas que tiendan a compensarlos, estas medidas normalmente buscan o tienen como finalidad el contribuir a mejorar la calidad ambiental de los ecosistemas o aumentar los valores de las factores ambientales y se presentan como una oportunidad para mejorar o revertir los procesos de deterioro ambiental que están ocurriendo a nivel del sistema ambiental regional, suponiendo una ganancia ambiental de manera espacial y temporal sobre todo cual en su planteamiento se maneja a través de la compensación ambiental en suficiencia.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación y evaluación de impactos ambientales desarrollada en el capítulo anterior, se obtuvieron y señalaron los impactos acumulativos y residuales en el contexto del SAR, o que derivan en efectos adversos; éstos sirvieron de base para analizar y proponer medidas de prevención, mitigación, y compensación, así como también de optimización de los impactos que se consideraron benéfico poco significativos.

Las medidas de mitigación propuestas consisten en elementos tecnológicos, cambio o adecuación en el diseño de obras e infraestructura, y en general, recomendaciones para llevar a cabo una actividad o programa. Es importante considerar que la implementación de las medidas de mitigación relacionadas con el mantenimiento del flujo hidrológico superficial, calidad del suelo y riesgo de erosión, así como la implementación de los siguientes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, Programa de Restauración Ecológica, Programa de Conservación y Restauración de Suelos, y la Propuesta de Ubicación de Pasos de Fauna, deberá ser particularmente rigurosa, dado que el trazo del proyecto colinda con las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, así como también con el Área Natural Protegida de carácter estatal *Francisco Zarco*, con la categoría de Parque Urbano Ecológico.

A continuación se establece una serie de medidas de prevención, mitigación, control y compensación ambiental, que serán aplicadas a los impactos ambientales Acumulativos y Residuales identificados en el contexto del SAR. Para una fácil identificación, se enuncia también el número de impacto y su código, con el que han sido tratados anteriormente en el Capítulo V de este mismo estudio.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
4	FQ4	Pérdida de la capa edáfica o suelo fértil
11	(BE1)	Pérdida de superficies con cobertura forestal
Medida		

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción
• Previo al desmonte del área necesaria para el DDV, se deberá verificar si sobre el trazo del proyecto existen individuos de las especies Nogalillo (*Cedrela dugesii Syn. Cedrela odorata),* Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), Copal (*Bursera cuneata*) y Papelillo (*Bursera fagaroides*) susceptibles de ser rescatados, para posteriormente ser utilizados en las acciones de reforestación, tal como se establece en el *Programa de Restauración Ecológica* (Anexo 2). • Durante los trabajos de desmonte, despalme y limpieza del sitio de obras, se retirará exclusivamente la vegetación que interfiera directamente con el proyecto (no así de la totalidad del DDV), realizando la actividad por etapas, conforme se vaya requiriendo. • Los residuos vegetales generados por las actividades de desmonte, tal como se establece en el *Programa de Conservación y Restauración de Suelos* (Anexo 2), deberán ser triturados o picados, mezclados y esparcidos en el DDV como mejorador de suelos, o ser enviados para un fin similar en sitios cercanos. • La capa de suelo vegetal deberá ser separada y almacenada en montículos dentro del DDV, para su posterior reutilización, pudiendo ser donada a los vecinos de campos productivos (*Programa de Conservación y Restauración de suelos,* Anexo 2). • No se deberá quemar la vegetación ni usar agroquímicos para las actividades

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción
de desmonte y deshierbe. • Como se menciona en el Programa de Restauración Ecológica (Anexo 2), el proyecto contempla como una de las actividades de compensación ya integradas al mismo, la reforestación de 30.9 hectáreas (en proporción 10 a 1 de la superficie de afectación forestal) de áreas específicas, principalmente incluidas en la Zonas de Restauración y Protección Ambiental La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia, utilizando las especies nativas establecidas en los planes de restauración de estas áreas y que fueron elaborados por la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) del Estado de Michoacán. Esto tendrá un efecto benéfico sobre la abundancia de individuos vegetales de la zona.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
5	FQ5	Incremento en el grado de erosión
Medida		
• Efectuar riegos frecuentes con agua tratada, en aquellas áreas de suelo desnudo que hayan sido sujetas de despalme, para evitar la erosión eólica. • Para evitar la erosión del suelo, hacia el final de las obras se deberá regenerar la capa vegetal en el DDV que quede libre de estructuras, con el tendido de la tierra vegetal producto de la limpieza del derecho de vía y del despalme. Posteriormente se deberán realizar obras de revegetación con especies herbáceas de rápido crecimiento, como se indica en el *Programa de Conservación y Restauración de Suelos* (Anexo 2). • Como se menciona en la medida de mitigación del impacto FQ8 relacionada a la modificación del patrón de drenajes superficiales, las obras hidráulicas de drenaje pluvial se deberán diseñar de modo que el flujo del agua no erosione el suelo, aguas abajo de éstas.		

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
8	(FQ8)	Modificación del patrón de drenaje superficial

Medida

Como parte del proyecto carretero será necesario construir distintas obras de drenaje mayor, así como un puente sobre el Río Chiquito, que constituye el cauce de mayor importancia por el que cruzará la nueva carretera.

Las obras civiles deberán permitir una adecuada operación hidráulica de todos los escurrimientos intermitentes, así como del Río Chiquito, para lo cual se construirán obras hidráulicas y de drenaje. Las secciones y longitudes de las obras hidráulicas deberán permitir un flujo de agua similar al de las condiciones naturales, con velocidades de flujo que reduzcan el riesgo de erosión aguas abajo de ellas.

De acuerdo con los estudios hidrológicos e hidráulicos se construirán 8 obras hidráulicas para el correcto funcionamiento de la carretera, así como para no alterar el comportamiento de los actuales escurrimientos superficiales y cambiar el actual comportamiento de los patrones hidrológicos superficiales de la cuenca. Para ello además de las obras necesarias como lavaderos, cunetas, bordillos, etc. se construirán obras de mayor tamaño como bóvedas, tubos de concreto y puentes; de éstas, la de mayor magnitud sería el puente de 150 metros de longitud en el cauce del Río Chiquito.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción

De acuerdo con ciertos criterios mencionados en el Anexo 2 “Propuesta de Ubicación de Pasos de Fauna”, algunas estructuras requerirán adecuarse para ser utilizables como pasos de fauna; dentro de estos también se encontrará el puente, pero dadas sus características, éste no requiere adecuación para ello.

La relación y localización de las obras hidráulicas consideradas para el proyecto se muestra en la siguiente tabla.

Obra	Cadenamiento	Coordenadas UTM		Requiere adecuación a paso de fauna
		X	Y	
Tubo de concreto de 1.5 m	0+480.00	273,606.991	2,176,444.8	no
Bóveda 3.0 x 3.0	0+550.00	273,664.616	2,176,366.13	no
Tubo de concreto de 1.5 m	0+860.00	273,961.502	2,176,415.73	no
Bóveda 4.0 x 4.5	1+300.00	274,207.354	2,176,101.77	si
Tubo de concreto de 1.5 m	1+940.00	274,603.692	2,1765,89.62	no
Puente de 150 m	2+377.00	275,008.621	2,1765,74.07	si
Bóveda 4.0 x 4.5	2+640.00	275,042.181	2,176,786.85	si
Tubo de concreto de 1.5 m	3+395.55	274,399.196	2,177,056.73	no



Figura VI. 1. Localización de las obras hidráulicas

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
9	(FQ9)	Afectación de la calidad del agua en drenajes superficiales

Medida

Durante la etapa de construcción, se prohibirá la disposición de residuos de construcción y materiales peligrosos en los cuerpos de agua.

- Durante la construcción de obras cercanas a los escurrimientos superficiales se deberá vigilar constantemente que no existan caídos de materiales hacia los cauces para evitar contaminación.
- No deberán arrojarse materiales peligrosos (grasas, aceites, etc.) y/o residuos de construcción (arena, concreto, etc.) a los cuerpos de agua.
- Al finalizar la etapa de construcción del proyecto se llevará a cabo un programa de limpieza y saneamiento de los cauces a efecto de remover el material producto de la construcción que accidentalmente pudieran haberse depositado.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
13	(BE3)	Afectación a la abundancia de individuos faunísticos

Medida

- Para reducir al mínimo el número de animales que pudieran ser afectados por las obras, se proponen una serie de medidas de mitigación, ordenadas de acuerdo con las circunstancias en las que se pueden encontrar y deberán aplicarse de la siguiente manera, conforme al *Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre;* Anexo 2:

    - Previo a la realización de las obras de construcción del Proyecto, se deberá contar con un grupo de especialistas en fauna silvestre para que realicen y supervisen todo lo relacionado con actividades de manejo y rescate.

    - En caso de registrarse especies de fauna silvestre cerca del sitio de desmonte, ésta será ahuyentada de manera paulatina hacia áreas alejadas al derecho de vía. Con relación a las especies de lento desplazamiento y las incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la legislación nacional, serán rescatadas y reubicadas dentro de las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia o en el ANP de carácter Estatal Francisco Zarco, en sitios que presenten las mismas condiciones ambientales al sitio donde fueron capturadas, pero lejos de las áreas de obra, de tal manera que se asegure una alta posibilidad de supervivencia a los individuos.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción

- Concientizar al personal que labora en la construcción del proyecto a fin de evitar que se practique la captura o cacería de especies presentes en la zona del proyecto, y se permita su libre tránsito y desplazamiento hacia las áreas aledañas.
- Asimismo, se deberá hacer del conocimiento del personal involucrado en las actividades de construcción, que está prohibida la introducción de fauna doméstica.

- Para minimizar el efecto barrera que tendrá la carretera en operación, se construirán y adecuarán 3 obras hidráulicas para que sean utilizadas como pasos de fauna, tal como se establece de manera específica en la *Propuesta de Ubicación de Pasos de Fauna* (Anexo 2).

A continuación se describen los criterios técnicos que fueron tomados en cuenta para la ubicación de los pasos de fauna multifuncionales a construir para evitar la fragmentación de ecosistemas y el disminuir el efecto barrera de la vía general de comunicación a construir:

- Conectividad con áreas que mantienen vegetación en buen estado de conservación, o bien con los propuestos a reforestar en el Programa de Restauración Ecológica, que se presenta como otro anexo de la presente manifestación de impacto ambiental.
- Topografía del terreno.
- Registros de especies de fauna (observaciones de campo).

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción

Con base en los criterios anteriores, se determinó la ubicación de estas tres obras proyectadas cuya ubicación y caracaterísticas serán las siguientes:

Paso de fauna	Cadenamiento	Obra	Dimensiones	Uso	UTM Zona 14	
					X	Y
1	1+300.00	Bóveda	4 x 4.5 m	Mamíferos medianos	785982	2357973
2	2+377	Puente	150 m log.	Mamíferos mayores	786087	2359565
3	2+640.00	Bóveda	4 x 4.5 m	Mamíferos mayores	789383	2367589



Figura VI. 2. Ubicación de los pasos de fauna.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
15	(BE5)	Pérdida de hábitat disponible para fauna

Medida

La pérdida de hábitat para fauna está vinculada con las actividades de desmonte de la vegetación. Por ello:

- Los trabajos de desmonte deberán restringirse exclusivamente a las 3.09 hectáreas Ha de matorral subtropical, bosque de encino y vegetación riparia que interfieran directamente con el desarrollo del proyecto, y estas actividades se deberán ir realizando paulatinamente, conforme se vaya requiriendo.
- Adicionalmente, se establecerán acciones de reforestación con especies nativas en una superficie de 30.9 ha. dentro de las Zonas de Restauración y Protección Ambiental de La Loma de Santa María y Depresiones Aledañas y Cañadas del Río Chiquito del Municipio de Morelia y dentro del ANP El Zarco, así como de áreas que permitan la conectividad entre éstas, tomando como base el *Programa de Restauración Ecológica* incluido en el Anexo 2. Esta medida restablecerá las condiciones adecuadas para que distintas especies de fauna puedan recolonizarlas al terminar las actividades constructivas.

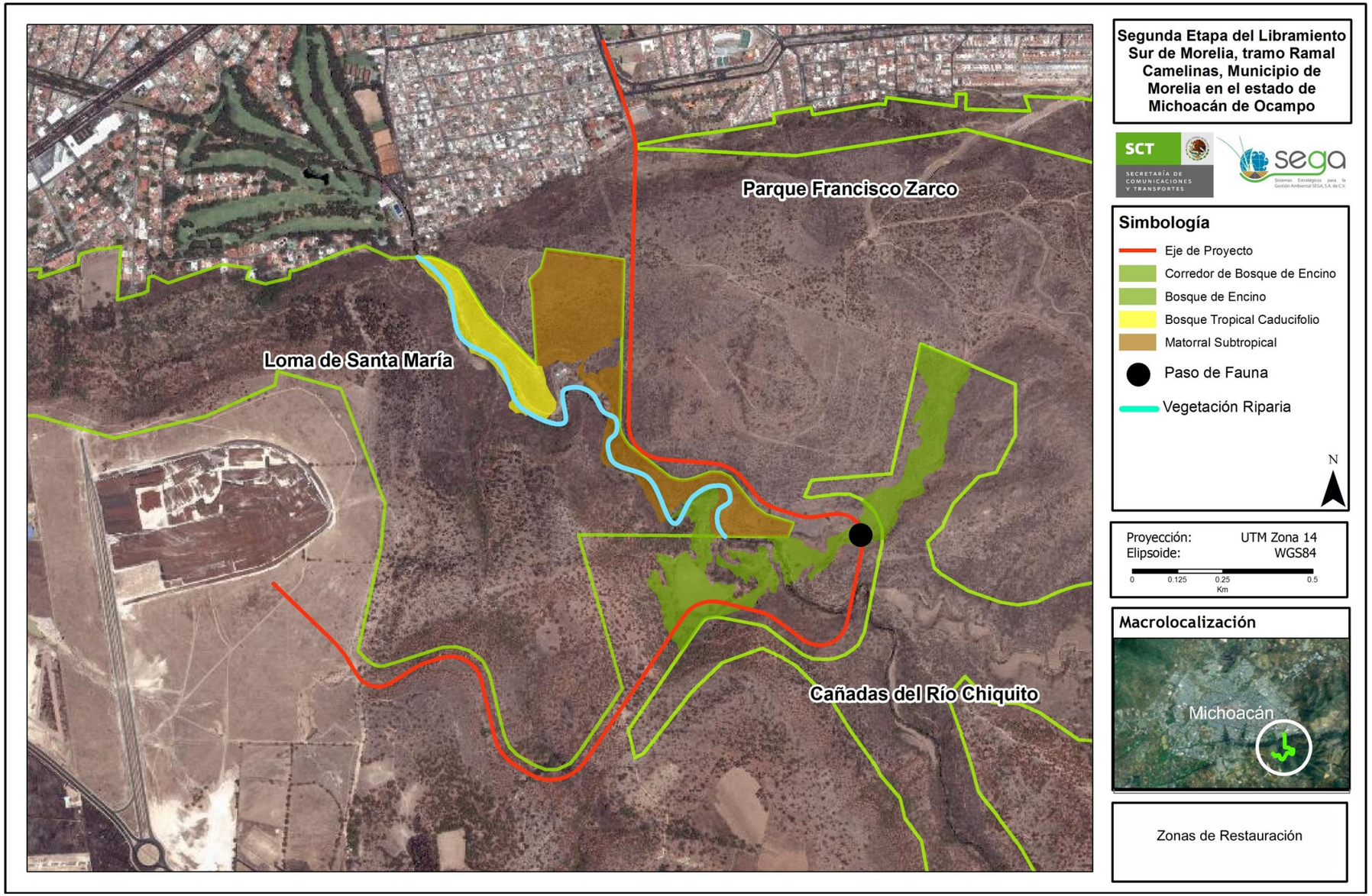


Figura VI. 3. Ubicación de las áreas a reforestar.

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
17	(SC2)	Modificación de cualidades estético paisajísticas
Medida		
• Con el objeto de que las obras no deterioren de manera significativa la imagen del sitio, todos los trabajos de obra deberán realizarse dentro del DDV. • Una vez concluido el uso provisional del sitio para emplazamiento de oficinas, almacenes, patios de maquinaria, entre otros que requiera la obra, deberá realizarse la remoción de todo tipo de infraestructura o elemento extraño al paisaje original, retiro de planchas de concreto o capa de suelo afectada por las actividades, y realizar las actividades de revegetación descritas en el *Programa de Restauración Ecológica* incluido en el Anexo 2.		

Medidas de mitigación para los impactos acumulativos o residuales en la etapa de Operación y mantenimiento		
No	**Código**	**Impacto ambiental en el que incide**
26	(BE6)	Afectación a la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna

Medida

- Para minimizar el riesgo de atropellamientos y el efecto de barrera que ocasionará la nueva carretera durante su operación, desde esta etapa del proyecto se tiene contemplada la construcción y adecuación de 3 obras hidráulicas, para que sean utilizadas como pasos de fauna. Tal cual se establece en la *Propuesta de Ubicación de Pasos de Fauna* (Anexo 2). Su ubicación, a partir de los criterios técnicos y biológicos establecidos en la Propuesta, se establece en la figura que se presenta al final de este recuadro.
- Dentro de las actividades de mantenimiento de la carretera, se deberá incluir la verificación del estado de los pasos de fauna y su monitoreo de funcionamiento de acuerdo al programa que se establezca para tal efecto.
- Asimismo, el material generado por los trabajos de mantenimiento de la carretera, no deberá ser almacenado de manera que constituya una barrera física y que impidan el libre desplazamiento de la fauna.

A través de la implementación de los pasos de fauna propuestos, se busca reducir la incidencia de atropellamientos e incrementar la conectividad entre áreas con vegetación en buen estado de conservación. Los criterios técnicos para la selección de los pasos de fauna se describen en la propuesta correspondiente incluida en el Anexo 2.



Figura VI. 4. Pasos de fauna.

VI.2 AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

En este apartado se enlistan todas las medidas de mitigación anteriormente propuestas y se ha añadido a cada una de ellas su clasificación de acuerdo al tipo de medida, que pueden ser:

Clasificación de las medidas de mitigación	
Preventivas	Pr
De remediación	Rm
De rehabilitación	Rh
De compensación	Co
De reducción	Rd
De control	Ct

A continuación se presenta el listado de medidas de mitigación a manera de tabla en la cual se especifican los impactos (de acuerdo a la clave propuesta para el análisis con el RIAM) a los que atiende cada una de las acciones propuestas, utilizando para ello las claves asignadas en la evaluación de impacto ambiental y su clasificación de acuerdo a la Tabla anterior.

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
ACCIONES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE				
1	Disminución de levantamiento de partículas hacia la atmosfera	Riegos con agua tratada en suelos expuestos	FQ10	Rd
		Transporte de materiales sueltos en fase húmeda	FQ6	Pr
		Circulación de camiones con lona	FQ6	Pr
		Verificación durante las obras	FQ6	Ct
2	Disminución de generación de gases contaminantes	Apagado de motores de equipos inactivos	FQ6	Rd
		Prohibición de quema de basura, residuos vegetales y otros desechos	FQ6	Pr
		Verificación durante las obras	FQ6	Ct
3	El uso de equipo, maquinaria y vehículos en buenas condiciones	Se exigirá en contrato a empresas contratistas	FQ6, FQ7	Ct
		Mantenimiento periódico de equipo y maquinaria cumpliendo las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM 050-SEMARNAT-1993	FQ6, FQ7	Rd
		Verificación durante las obras	FQ6, FQ7	Ct
DISMINUCIÓN DE GENERACIÓN DE RUIDO				
4	Cierre de escape de camiones en zona de obras	Se exigirá en contrato	FQ7	Rd
		Verificación durante las obras	FQ7	Ct
5	Jornadas de trabajo diurnas (de 8:00 a 18:00hrs)	Verificación durante las obras	FQ7	Pr
		Cumplimiento de tiempos de afinación y mantenimiento de vehículos	FQ7	Pr

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
6	Todos los vehículos utilizados deberán cumplir con la nom-080-semarnat-1994 de niveles máximos de ruido	Verificación durante las obras	FQ7	Ct
ACCIONES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN HIDROLÓGICA				
7	Construcción de obras hidráulicas y de drenaje que permitan la operación adecuada de escurrimientos intermitentes y el rio existente	Se verificarán todos los sitios del trazo donde sean necesarias la ubicación y tipo de cada una de las obras	FQ5,FQ8	Pr
		Diseño adecuado de las obras	FQ5,FQ8	Pr
		Verificación durante las obras	FQ5,FQ8	Ct
8	Evitar que existan caídas de materiales en los cauces cercanos a las obras	Quedará prohibido arrojar material peligroso y/o residuos de construcción a los cuerpos de agua	FQ8	Pr
		Verificación durante las obras	FQ8	Ct
ACCIONES SOBRE AFECTACIÓN DE CALIDAD DEL SUELO				
9	Manejo adecuado de aguas residuales y azules	Contratación de empresa	FQ3,FQ9	Ct
		Verificación durante las obras	FQ3,FQ9	Ct
10	Retiro de derrames de concreto accidentales	Verificación durante las obras	FQ2	Rm
11	Manejo de residuos vegetales	Separación, trituración y esparcimiento en el DDV	FQ3	Rd
		Verificación durante las obras	FQ3	Ct
12	Manejo de los residuos de las excavaciones y escombro	Selección de un tiro autorizado	FQ3	Ct
		Envío a tiro	FQ3	Ct
		Verificación durante las obras	FQ3	Ct

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
13	Manejo de residuos producto de desmantelamiento de obras provisionales	Desmantelamiento	FQ3	Rh
		Envío a tiro		Rd
		Verificación durante las obras		Ct
ACCIONES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN DE LA CAPA EDAFICA				
14	Recuperación de la capa edáfica	Separación y almacenamiento temporal de capa edáfica dentro del DDV	FQ4,FQ5	Rd
		Reutilización		Rh
MANEJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS				
15	Colocación de tambos de 200 litros, privilegiando separación de orgánicos e inorgánicos	Verificación durante las obras	FQ3	Pr
16	Recolección de residuos domésticos	Convenio con servicios de limpia del municipio de Morelia.	FQ3	Ct
		Verificación durante las obras		Ct
17	Limpieza diaria de zona de obras	Verificación durante las obras	FQ3	Ct
MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS				
18	Prohibición de actividades de mantenimiento de maquinaria pesada o vehículos	Verificación durante las obras	FQ2	Pr
19	Uso de película plástica impermeable y uso de charola antiderrames para cambio de aceite de maquinaria	Verificación durante las obras	FQ2	Rd
20	Mantenimiento menor de maquinaria y	Selección del sitio	FQ2	Rd

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
	vehículos en sitios específicos	Verificación durante las obras		Ct
21	Quedará prohibido verter cualquier tipo de sustancia o residuo en cualquier sitio fuera de lo previsto	Verificación durante las obras	FQ2,FQ3	Pr
22	Manejo de residuos peligrosos conforme al reglamento LGPGIR	Habilitación de almacén exclusivo para sustancias residuales	FQ2	Ct
		Verificación durante las obras		Ct
23	Disposición adecuada de residuos peligrosos	Contratación de empresa especializada	FQ2	Ct
		Verificación durante las obras	PC14	Ct
24	Colocación de plantas eléctricas portátiles, transformadores o equipos similares en lugares horizontales e impermeables para evitar derrames	Verificación durante las obras	FQ2,FQ3	Pr
25	Acciones en caso de derrame de sustancias o residuos peligrosos	Restauración y restablecimiento de las condiciones físico-químicas del suelo conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	FQ2,FQ3	Rm
		Verificación durante las obras		Ct
MANEJO DE SUSTANCIAS RIESGOSAS				
26	Almacenamiento de combustibles y lubricantes en recipientes cerrados y sin fugas dentro del DDV del proyecto	Verificación durante las obras	FQ2,FQ3	Ct
27	Medidas de seguridad para manejo de sustancias inflamables y combustibles conforme a normatividad	Habilitación de almacén de sustancias riesgosas conforme a la legislación vigente	FQ2,FQ3	Pr
		Verificación durante las obras		Ct

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
ACCIONES PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE EROSIÓN				
28	Regeneración de la capa vegetal en el DDV	Regeneración de la capa vegetal con los productos del despalme y obras de revegetación con especies herbáceas y arbustivas nativas	FQ4,FQ5	Rh
ACCIONES POR PÉRDIDA DE VEGETACIÓN TERRESTRE				
29	Verificación de especies en riesgo previo al desmonte para el DDV de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	Recorrido para definir si en la zona existen especímenes susceptibles de ser rescatados y trasplantados	BE1	Rd
		En su caso realización del rescate y trasplante.		Rd
30	Desmonte y despalme exclusivamente en zonas de afectación del proyecto	Verificación durante las obras	BE1,BE5	Rd
31	Prohibición de quema o uso de agroquímicos para el desmonte	Verificación durante las obras	FQ2, BE1	Pr
32	Implementar el Programa de Restauración Ecológica	Programa de revegetación con especies nativas de zonas afectadas dentro del área de influencia del proyecto o lo más cercano a éste		Co
		Ejecución		Co
ACCIONES PARA EVITAR AFECTACIÓN DE LA FAUNA				
33	Equipo de especialistas en fauna silvestre	Previo a construcción se formará un grupo de especialistas en fauna silvestre para actividades de manejo y rescate	BE3,BE4	Rd
34	Identificación, rescate y reubicación de especies de fauna	Identificación de sitios de reubicación	BE3,BE4	Rd
		Verificación durante las obras		Rd
35	Prohibición de captura o caza de ejemplares de fauna silvestre	Notificación a contratistas y obreros	BE3,BE4	Ct
		Verificación durante las obras		Ct

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
36	Prohibición de introducción de fauna doméstica	Notificación a contratistas y obreros	BE3, BE4	Ct
		Verificación durante las obras		Ct
37	Construcción de pasos de fauna	Selección de los sitios	BE6	Rd
		Diseño		Rd
		Construcción		Rd
ACCIONES PARA MANTENER LA SEGURIDAD E HIGIENE				
38	Se tomaran medidas adecuadas de seguridad en el trabajo para evitar accidentes.	Utilización de equipo de protección personal como guantes, botas, cascos, tapabocas, lentes, etc.	Medidas de seguridad para trabajadores. No aplica directamente a impactos detectados.	Rd
		Utilización de tapones industriales para mitigar el ruido		Rd
		Instalación de botiquín de primeros auxilios		Rd
		Prohibición de ingesta de bebidas alcohólicas y estupefacientes dentro de la obra		Pr
		Instalación de extintores de polvo químico tipo ABC en zonas específicas		Rd
		Prohibición de uso de fogatas, armas de fuego y explosivos en el área del proyecto y zona colindante		Rd
		Verificación durante las obras		Ct
ACCIONES PARA EVITAR LA AFECTACIÓN DE FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA DE ACCESO				
39	Señalización vehicular	Colocación de letreros y operativos viales sobre la carretera actual, que anuncien y agilicen la circulación en los sitios de acceso a los frentes de obra	EO1	Pr
		Verificación durante las obras		Ct

PLANEACIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
40	Estará prohibido el uso de la carretera actual para el estacionamiento de vehículos relacionados con las obras	Verificación durante las obras	EO1	Pr
ACCIONES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN DEL PAISAJE				
41	Todos los trabajos de obra deberán realizarse dentro del DDV	Verificación durante las obras	Aplicable a todos los impactos de la etapa de preparación del sitio y construcción	Pr
42	Una vez concluida la obra deberá realizarse la remoción de todo tipo de infraestructura o elemento extraño al paisaje original	Desmantelamiento	FQ3,SC2	Rh
		Verificación durante las obras		Ct

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
CONFORT SONORO				
43	Se deberá colocar señalización que restrinja el uso de escapes abiertos en la proximidad a zonas urbanas	Colocación de letreros	FQ14	Rd
		Inspección periódica		Ct
CONTROL HIDRÁULICO				
44	Asegurar el correcto funcionamiento hidráulico	Revisión periódica de alcantarillas y obras hidráulicas en general	FQ8	Ct
CALIDAD DEL SUELO				
45	Mantenimiento y limpieza del DDV para evitar acumulación de basura y la aparición de vertederos de residuos	Limpieza periódica de DDV	FQ11	Rd
46	Colocación de señalamientos que prohíban arrojar basura en la carretera	Colocación de letreros	FQ11	Rd
		Inspección periódica		Ct
FAUNA				
47	Operación de los pasos de fauna	Verificación periódica del estado físico de los pasos	BE7	Ct
		Monitoreo del funcionamiento	SC1	Ct
SEGURIDAD				
48	Señalización permanente de la carretera para evitar accidentes	Colocación y revisión periódica del buen estado de los señalamientos	Medidas de seguridad para transeúntes y vecinos. No aplica directamente a impactos detectados.	Pr
49	Mantenimiento adecuado de carpeta asfáltica	Revisión periódica y actividades de mantenimiento		Pr

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

CAPÍTULO VII Pronósticos Ambientales Regionales y, en su caso Evaluación de Alternativas

sega

Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción VII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la siguiente información:

VII. Pronósticos Ambientales Regionales y, en su caso Evaluación de Alternativas.

De conformidad con lo anterior, en este apartado y posterior a la integración de los capítulos anteriores, se estará en condiciones de establecer un escenario actual del SAR, un escenario del mismo con proyecto y sin medidas de mitigación y un escenario con proyecto aplicando las medidas correspondientes para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales que conllevará el desarrollo del Proyecto, de tal forma que se podrá entender la dinámica ambiental resultante de cada uno de los escenarios modelados.

ÍNDICE

VII.1 Escenario Ambiental Tendencial del SAR, Condiciones Con y Sin Proyecto. 4

VII.2. Escenario Ambiental Con Proyecto y Medidas de Mitigación de Impactos.. 10

VII.3. Conclusiones 16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1. Uso de suelo y vegetación Sin Proyecto. 6
Tabla VII. 2. Uso de suelo y vegetación Con Proyecto 8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII. 1. Superficie por unidad de uso de suelo y vegetación en la situación Sin Proyecto. 7
Figura VII. 2. Comparación de las superficies por unidad de uso de suelo en la situación con proyecto. 9
Figura VII. 3. Ubicación de las obras de drenaje que se adecuarán para facilitar el paso de fauna. 15

VII.1 ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL DEL SAR, CONDICIONES CON Y SIN PROYECTO.

Partiendo del ejercicio integrador que representa esta Manifestación de Impacto Ambiental y en base a la información generada, analizada y valorada se está en posibilidad de describir e identificar las modificaciones y eventuales afectaciones que se puedan imprimir al Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para este proyecto.

El sitio que acoge la construcción del Proyecto “Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo”, va más allá de la consideración espacial del derecho de vía, corresponde a un espacio en el que las actividades humanas se desarrollan transformando las características naturales principalmente por el crecimiento de la mancha urbana y las actividades agropecuarias.

Esta tendencia implica que el SAR delimitado y estudiado, presenta un grado de modificación entendido esto como que el 38.94%, equivalente a 2,647.38 hectáreas de su superficie, está actualmente transformado por tierras destinadas a usos urbanos, agrícolas y/o pecuarios. Esta situación, difícilmente reversible, implica que el espacio ha de tender, en el tiempo, a incrementar los cambios antrópicos sobre la naturalidad del espacio.

No óbice lo anterior, desde una visión paisajística, el SAR delimitado presenta áreas naturales en buen estado de conservación, sobre las que se deberán ejecutar todas aquellas acciones encaminadas a mantener la integridad funcional y estructural de los ecosistemas; nos referimos específicamente a las Zonas de Restauración y Protección Ambiental “Cañadas del Río Chiquito y Loma de Santa

María y Depresiones Aledañas", mismas que cobran una relevancia importante en la prestación de servicios ambientales, con alto valor ecológico, cultural y estético dentro de la zona.

Siendo que el SAR se define como *el espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales* (SEGA 2010), la construcción del libramiento corresponde, precisamente, a un proyecto de importancia económica y social que habrá de formar parte del Sistema Ambiental Regional en el cual incide como una intervención adicional producto del desarrollo gradual del espacio con presencia humana.

Desde esta perspectiva, la construcción del libramiento, que implica el consumo de recursos forestales en una superficie de 3.09 hectáreas de la superficie de afectación del proyecto, no debe de considerarse más allá de únicamente la modificación mínima de la cubierta vegetal, lo anterior si se considera que de las 6,798.72 ha., que definen al SAR, sólo se afectará el 0.0745% con respecto a la superficie forestal dentro de éste.

El conjunto de usos de suelos funcionales e interrelacionados entre ellos son cuantificables. Esto permite la realización de un inventario que refleja las condiciones del sitio analizado. Para el SAR definido se tiene el siguiente catálogo en la condición sin proyecto:

Tabla VII. 1. Uso de suelo y vegetación Sin Proyecto.

No.	Uso de Suelo	Tipos de Vegetación/Uso del suelo	Clave	Superficie en el SAR (ha)
1	Forestal	Bosque de pino encino	BPQ	3,537.73
2	Forestal	Matorral subtropical	MST	363.95
3	Forestal	Bosque de encino	BQ	191.77
4	Forestal	Bosque de pino	BP	25.2
5	Forestal	Vegetación riparia	VR	23.58
Subtotal				**4,142.23**
1	No forestal	Agropecuario	AP	2,144.88
2	No forestal	Zona urbana	ZU	294.29
3	No forestal	Bosque cultivado	BC	174.27
4	No forestal	Caminos	C	33.94
5	No forestal	Cuerpo de agua	CA	9.11
Subtotal				**2,656.49**
Total				**6,798.72**

Lo anterior se represente en el siguiente gráfico.

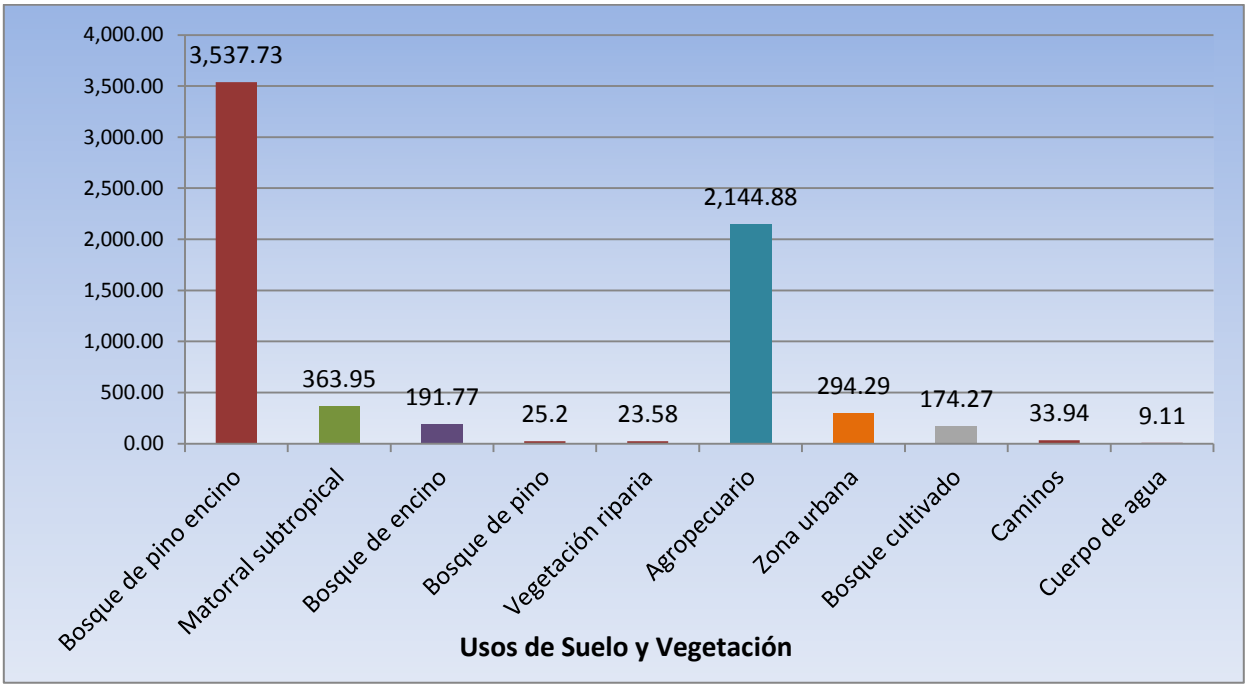


Figura VII. 1. Superficie por unidad de uso de suelo y vegetación en la situación Sin Proyecto.

Una vez considerado lo anterior se contabilizan las intervenciones, como áreas que serán afectadas, y se expresan las superficies remanentes:

Tabla VII. 2. Uso de suelo y vegetación Con Proyecto

No.	Uso de Suelo	Tipos de Vegetación/Uso del suelo	Clave	Superficie de afectación por el Proyecto (ha)	Porcentaje con respecto a la superficie de afectación por el Proyecto	Porcentaje que representan las superficies de afectación con respecto a la superficie total por uso de suelo en el SAR
1	Forestal	Bosque de pino encino	BPQ	0	0	0
2	Forestal	Matorral subtropical	MST	1.645	36.92	0.024
3	Forestal	Bosque de encino	BQ	1.441	32.35	0.021
4	Forestal	Bosque de pino	BP	0	0.00	0.00
5	Forestal	Vegetación riparia	VR	0.005	0.11	0.000
	Subtotal			**3.09**	**69.38**	**0.045**
1	No forestal	Agropecuario	AP	1.085	24.35	0.016
2	No forestal	Zona urbana	ZU	0.264	5.93	0.004
3	No forestal	Bosque cultivado	BC	0	0.00	0.000
4	No forestal	Caminos	C	0.015	0.34	0.000
5	No forestal	Cuerpo de agua	CA	0	0.00	0.000
	Subtotal			**1.36**	**30.62**	**0.020**
	Total			**4.455**	**100.00**	**0.066**

La comparación gráfica hace evidente las variaciones en superficie de cada unidad ambiental a nivel del SAR entre ambas condiciones, es decir, sin proyecto y con proyecto:

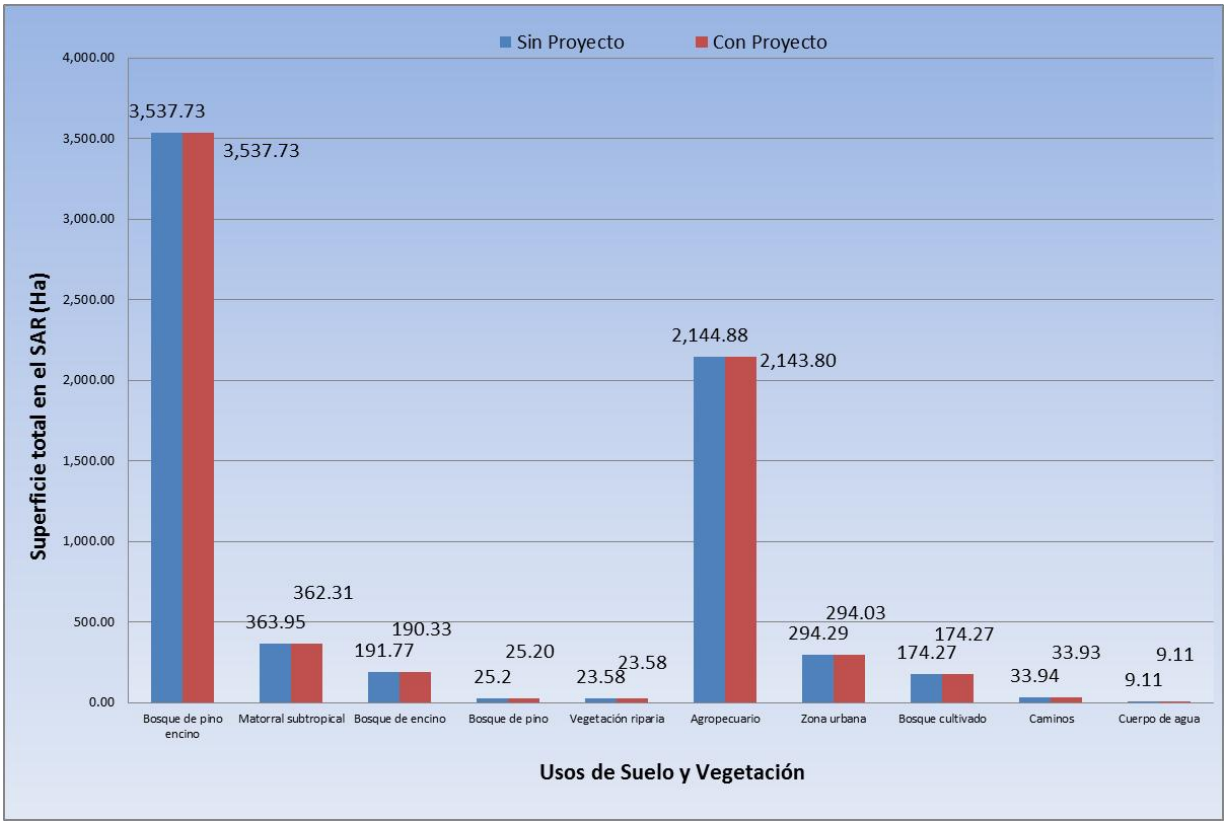


Figura VII. 2. Comparación de las superficies por unidad de uso de suelo en la situación con proyecto.

Este análisis muestra que los impactos ambientales derivados del proyecto, dentro de los límites del SAR delimitado y estudiado, son mínimos en cuanto a afectación de la superficie que ocupa cada uso de suelo. Por ello se considera que con la construcción del libramiento, en el Sistema Ambiental Regional no se modificará la funcionalidad ecosistémica, pues no se alterará la dinámica de los procesos naturales y productivos que el sitio soporta.

VII.2. ESCENARIO AMBIENTAL CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS.

La construcción del Proyecto “Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, *Municipio de Morelia, en el Estado de Michoacán de Ocampo”* representa, en términos de paisaje, la expresión de la evolución del sitio. Este concepto parte de cambios tangibles que han de ocurrir, más o menos rápido en el SAR delimitado: su ocupación territorial, el uso y aprovechamiento de los recursos que ofrece y, también, la valoración y conservación de áreas de relevancia y valores ambientales exclusivos.

En este proceso intrínsecamente humano, la propuesta de construcción del libramiento aquí presentada, puede considerarse y discriminarse como un elemento de que no contrasta con el medio ya que, como se ha mencionado con anterioridad, la afectación total del proyecto dentro del SAR se estima en 0.066%.

El rescate de suelo y la reforestación asociadas al proyecto implica, también, atender espacios degradados y evitar procesos erosivos que se observan actualmente el dentro del Sistema Ambiental Regional.

Los cambios en el SAR continuarán y su evolución no forzosamente deriva de la construcción del libramiento; las actividades agrícolas, pecuarias, los crecientes asentamientos humanos y otros cambios de uso de suelo así como aprovechamientos diversos de recursos naturales que los procesos humanos conllevan, habrán de prevalecer en el tiempo y modificar el espacio.

Bajo el concepto de desarrollo actual, el crecimiento de la mancha urbana es irreversible y seguirá dando mientras la población siga demandando servicios que propicien el desarrollo para una mejor calidad de vida.

Una comparación del escenario actual, el escenario con proyecto sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación, se presenta a continuación.

Atributo	Escenario actual	Escenario con proyecto sin medidas de mitigación	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación
Hidrología superficial y escorrentías del terreno.	La escorrentía natural se mantiene en las porciones del SAR en las que las actividades humanas son incipientes. En particular, existen algunas escorrentías que se han mantenido pese a la contaminación del agua en su interacción con localidades ubicadas aguas arriba.	Interrupción y azolve de vías naturales superficiales de escurrimiento de agua que implica la alteración del patrón hidrológico superficial de los cauces y de los escurrimientos superficiales.	Se mantiene el flujo natural de las escorrentías. La aplicación de la medida optimiza, incluso, la posibilidad del paso del agua por debajo del libramiento. No se prevén variaciones en el patrón existente previo a la construcción, ni durante la operación del proyecto. Puede considerarse que con la medida adoptada no se causará modificación alguna a las escorrentías existentes.
Geoformas	Al momento, dada la participación humana en el SAR, se observa que las geoformas están siendo alteradas por el crecimiento de la mancha urbana, lo cual ha hecho modificaciones al carácter topográfico, principalmente por la	Se intervienen áreas que soportan suelo y vegetación. A nivel puntual se observa la eliminación de vegetación, lo que incide en la calidad paisajística a nivel de terreno. Se abren espacios	Con la aplicación del programa y acciones planteadas en esta MIA-R (*Conservación y Restauración de Suelos;* Programa *de Restauración Ecológica*) el proyecto participa en la recuperación de paisaje a nivel puntual (a nivel de terreno) con la restauración de

Atributo	Escenario actual	Escenario con proyecto sin medidas de mitigación	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación
	urbanización del SAR.	propicios y no deseables para la erosión.	taludes y cortes. En el contexto del SAR, la reforestación de 30.9 ha. implica la posibilidad de restablecer servicios ambientales en zonas que acepten la aplicación de ésta. El efecto, si bien no inmediato, implica una mejora global del SAR originada en el proyecto.
Fertilidad del suelo.	El SAR, se presenta como un sito con alta incidencia de actividades humanas extensivas derivadas del crecimiento de la mancha urbana, la agricultura y la ganadería. Si bien esta situación implica que en gran parte del SAR aún se presentan suelos en buenas condiciones de naturalidad.	Si bien el proyecto incide exclusivamente sobre 4.455 Ha dentro del derecho de vía, sí existen disminuciones en la cantidad y calidad de suelo fértil, disminución de superficies aptas para la vegetación y disminución de hábitat para la fauna silvestre.	El programa diseñado expresamente para la protección del suelo encuentran aplicabilidad tanto en el derecho de vía, en sus colindancias y también como en el contexto general del SAR. De esta forma, el proyecto implica el cuidado y restauración de suelos, asociado con la reforestación.
Composición y diversidad en la vegetación.	El SAR es un complejo mosaico de usos de suelo. En el cual predominan principalmente áreas con vegetación forestal, también	El proyecto implica una intervención sobre 4.455 hectáreas de las cuales 3.09 Ha son de vegetación considerada forestal.	Si bien la incidencia de la construcción del libramiento implica un consumo del 0.0745% de la vegetación del SAR, la condición con proyecto se establece

Atributo	Escenario actual	Escenario con proyecto sin medidas de mitigación	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación
	zonas urbanas y agricultura.	Esta incidencia implica una afectación del 0.0745 % de la superficie forestal del SAR.	en la posibilidad de aportar el 0.45% de cobertura forestal al SAR al aplicar los programas y acciones que esta MIA-R ofrece, y que consideran: Restauración Ecológica y C*onservación y Restauración de Suelos*. Esta aportación involucra la recuperación tanto de vegetación en áreas degradadas como el incremento de espacios aptos para la fauna silvestre y en la prestación de servicios ambientales.
Diversidad y riqueza de fauna silvestre.	En el SAR se registró un total de 19 ordenes, 2 subordenes, 48 familias y 130 especies de fauna silvestre, que representan alrededor del 4.45% de la suma total de especies de anfibios, reptiles, mamíferos y aves terrestres para el país.	Siendo que la intervención ocurre sobre 3.09 Ha de vegetación forestal que representan hábitat para la fauna silvestre, la condición no implica riesgos para las poblaciones de fauna encontradas en el SAR.	Se mantiene en el SAR la diversidad específica de fauna silvestre. La aplicación de las *Acciones de reforestación* que se establecen en el Programa de Restauración Ecológica, que se asocia a las medidas de compensación, implica la formación futura de hábitat para la fauna silvestre en

Atributo	Escenario actual	Escenario con proyecto sin medidas de mitigación	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación
			30.9 Ha. La conectividad para las poblaciones de fauna presentes, podrá ser restaurada mediante la adecuación de 3 obras de drenaje, para cumplir con una doble función, la de permitir la continuidad de los flujos hidrológicos y la facilitación de paso de fauna. En la siguiente figura se indica la localización geográfica de las obras de drenaje que serán susceptibles de adecuaciones.

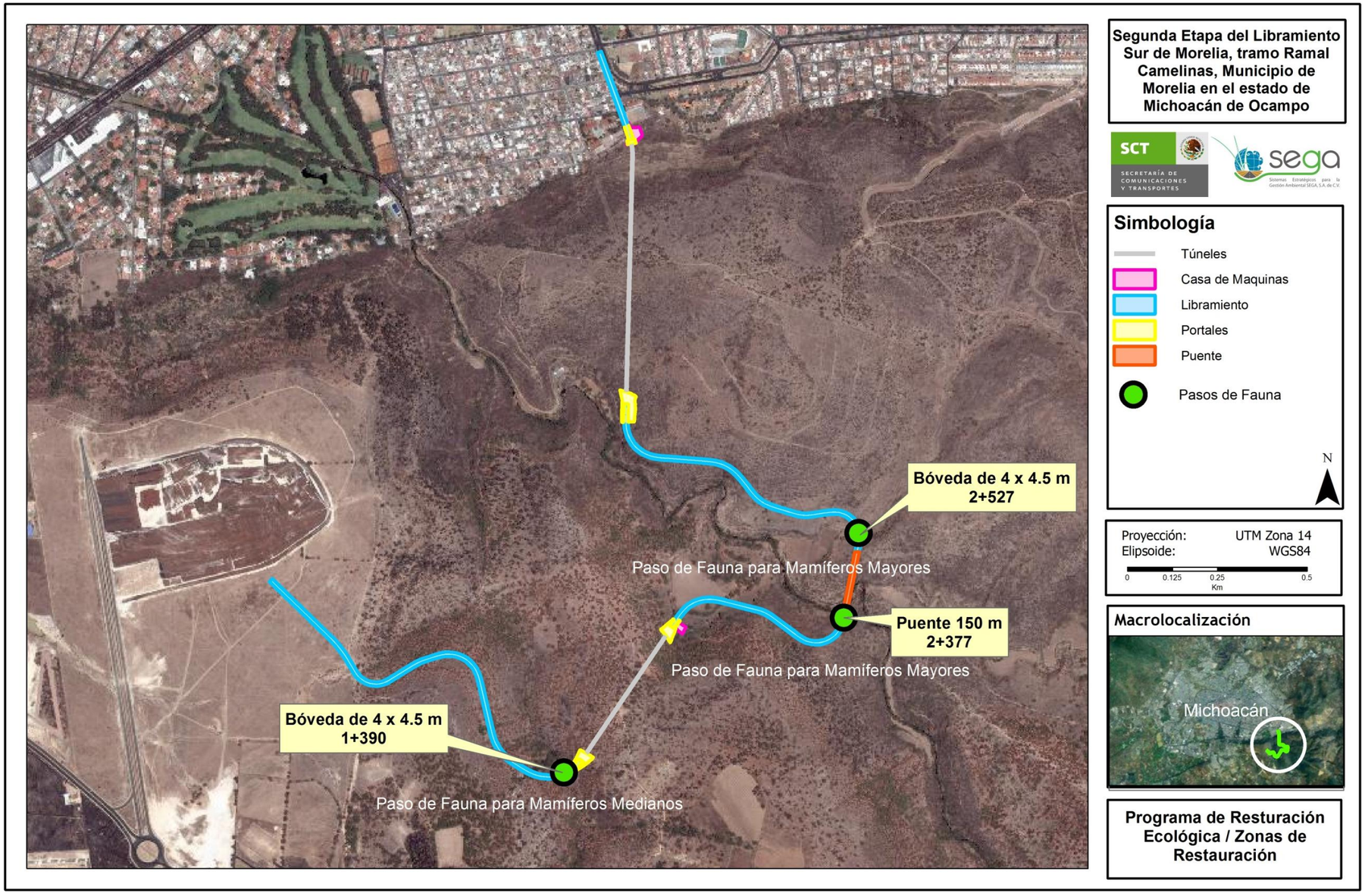


Figura VII. 3. Ubicación de las obras de drenaje que se adecuarán para facilitar el paso de fauna.

VII.3. CONCLUSIONES

Considerando que la construcción del libramiento en función del espacio estudiado, el espacio que la acoge, la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previsto y las medidas de protección propuestas, se estima que el cambio en el SAR a consecuencia de esta obra es irrelevante en términos de ocupación territorial y consumo de recursos.

De la valoración realizada se estimó, que existirán impactos positivos que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser mitigados, mantienen residuales bajos que, en el contexto del SAR son también irrelevantes.

No se omite indicar que, hasta cierto punto, existe un grado de incertidumbre sobre los impactos ambientales derivado de la complejidad antropogénico del sistema que lo acoge. Para minimizar esta posible fluctuación el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución que lleva a proponer medidas, incluso, para los impactos ambientales de mínima magnitud. Las medidas, planteadas bajo Programas, Acciones y Criterios de actuación permiten que el proyecto incida favorablemente en el contexto del Sistema Ambiental Regional.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

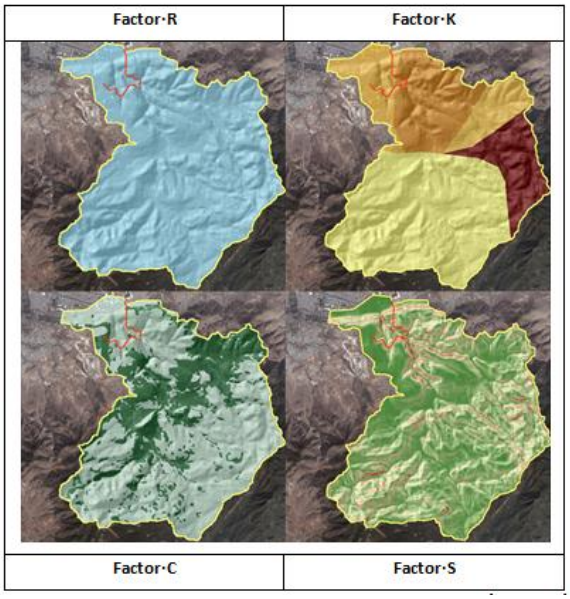
- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.

- En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

En virtud de lo anterior expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con el entorno del sistema ambiental en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio del proyecto.

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SEGUNDA ETAPA DEL LIBRAMIENTO SUR DE MORELIA, TRAMO RAMAL CAMELINAS, MUNICIPIO DE MORELIA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

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

sega
Sistemas Estratégicos para la Gestión Ambiental SEGA, S.A. de C.V.

FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción VIII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener la siguiente información:

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece la base metodológica comúnmente utilizada por la comunidad científica del país, haciendo uso de la mayor información disponible, se mostrarán los elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de Impacto Ambiental, tales como:

- Delimitación del SAR: a través del método de Hidroproceso.
- Levantamiento Fisiográfico para la definición de Facetas y Sistemas Terrestres.
- Ecuación Universal de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica por el método de RUSLE
- Inventario Ambiental de Flora y Fauna
- Descripción y Caracterización de Flora y Fauna
- Identificación de Usos de Suelo y Vegetación
- Determinación de la Fragilidad Ambiental en el SAR
- Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales mediante el método de RIAM

ÍNDICE

FUNDAMENTO JURÍDICO 1

VIII.1. Delimitación del Sistema Ambiental regional 5

VIII.1.1. Metodología para la delimitación del Sistema Ambiental Regional 5

VIII.1.2. Metodología para la determinación de la edafología 30

VIII. 2 Método para la Determinación de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica. 40

VIII. 3. Método para la delimitación del medio biótico. 49

VIII.3.1. Descripción de usos de suelo y/o vegetación 52

VIII.3.2. Usos de suelo y vegetación en las superficies de afectación producto de la construcción del proyecto. 63

VIII.3.3 Diagnóstico de fauna silvestre. 65

4. Métodos. 69

VIII.4. Método para la Delimitación de las Áreas de Fragilidad en el SAR. 92

VIII.5. Método para la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional. 97

VIII.5.1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores 98

VIII.5.2 Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones 102

VIII.5.3 Evaluación de los impactos identificados mediante RIAM 103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII. 1. Valores de K en función del tipo de suelo. 35
Tabla VIII. 2. Valores de Permeabilidad en función del tipo de suelo existente en el área de estudio..... 36
Tabla VIII. 3. Valores de K (permeabilidad) por tipo de suelo y de vegetación. 36
Tabla VIII. 4. Superficie por uso de suelo y/o vegetación identificado y porcentaje con respecto a la superficie total del SAR. 50
Tabla VIII. 5. Listado florístico de especies reportadas en el SAR definido para el proyecto..... 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII. 1. Vinculación con el POEEM. 13
Figura VIII. 2. Vinculación con el POERCLC. 15
Figura VIII. 3. Cuenca del Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria. 17
Figura VIII. 4. Subcuencas hidrológicas de la región. 19
Figura VIII. 5. Uso de Suelo y Vegetación (INEGI). 21
Figura VIII. 6. Modelo Triangulado del Terreno. 23
Figura VIII. 7. Ejemplo de delimitación de cuenca por parteaguas. 24
Figura VIII. 8. Acumulación de flujos superficiales. 25
Figura VIII. 9. Parteaguas. 26
Figura VIII. 10. Parteaguas y barreras físicas. 27
Figura VIII. 11. Sistema Ambiental Regional delimitado. 29
Figura VIII. 12. Sistemas terrestres definidos para el área de influencia del proyecto. 33
Figura VIII. 13. Prueba del Infiltrómetro de doble anillo. 39
Figura VIII. 14. Mapas de cada uno de los factores que determinan el grado de erosión hídrica de acuerdo al método de RUSLE. 47
Figura VIII. 15. USV 51
Figura VIII. 16. Porcentaje de especies identificadas por clase de vertebrados, para el SAR del proyecto. 74
Figura VIII. 17. Proporción de especies por categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. 75
Figura VIII. 18. Proporción de especies residentes y migratorias por clase de vertebrados, para el SAR del proyecto. 77
Figura VIII. 19. Proporción de la abundancia de las especies registradas. 78
Figura VIII. 20. Modelo de fragilidad ambiental en el SAR. 96

VIII.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VIII.1.1. Metodología para la delimitación del Sistema Ambiental Regional

El concepto de Sistema Ambiental Regional (SAR) puede tener diversas connotaciones. Sin embargo, desde el punto de vista ambiental, este puede definirse como "*El espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales*" (SEGA 2010).

El Sistema Ambiental Regional debe delimitarse de conformidad con lo que señala el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que indica que "*La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región"*. De igual manera, la delimitación del SAR es importante para que la SEMARNAT evalúe las manifestaciones de impacto ambiental de conformidad con el Artículo 44 del mismo Reglamento que indica "*Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación*".

Una vez ubicado el proyecto, se adquirieron e integraron al SIG las cartas Topográficas digitales escala 1:20,000 de INEGI. Al no contar con un proyecto

geométrico, se realizó una digitalización del trazo propuesto por SCT para después almacenarlo en un archivo de tipo vectorial Shapefile (.shp) bajo el sistema coordenado antes mencionado.

Una vez digitalizado el trazo, se realizó un trabajo de gabinete de recopilación de información geográfica con el fin de obtener una primera caracterización de la zona de estudio. La información vectorial y raster incluida en ésta primera caracterización se describe a continuación:

VECTOR		
Insumo	**Descripción**	**Fuente**
Curvas de Nivel	Conjunto vectorial que representa las curvas de nivel extraído de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	http://mapserver.inegi.org.mx
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	Este mapa presenta las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	http://conabioweb.conabio.gob.mx
Cuencas Hidrológicas (CNA)	Este mapa presenta las cuencas hidrológicas de la República Mexicana escala 1:250000; obtenido de la CNA. La conversión del medio analógico al digital se efectuó mediante el uso de una tableta digitalizadora.	Comisión Nacional del Agua (CNA 1998). "Cuencas Hidrológicas". Escala 1:250000. México.
Suelos	Conjunto vectorial con información edafológica extraído de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	http://mapserver.inegi.org.mx
Rocas	Conjunto vectorial con información geológica extraído de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	http://mapserver.inegi.org.mx
Sistema de Topoformas	Conjunto vectorial con información geomorfológica extraído de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	http://mapserver.inegi.org.mx
Corrientes de	Conjunto vectorial con rasgos hidrográficos extraído	http://mapserver.inegi.org.mx

VECTOR		
Insumo	**Descripción**	**Fuente**
Agua	de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	
Localidades de la República Mexicana, 2000	Este conjunto vectorial presenta la distribución de los principales asentamientos humanos por entidad y municipio, así como el número de habitantes y coordenadas de localización, para el 2000.	http://conabioweb.conabio.gob.mx Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI 2002) "Localidades de la República Mexicana, 2000". Obtenido de Principales Resultados por Localidad. XII Censo de Población y Vivienda 2000.Editado por Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
Precipitación Media Anual.	Este conjunto vectorial presenta los rangos de precipitación en la República Mexicana escala 1:4000000. Los datos cartográficos se obtuvieron a partir de la digitalización	http://conabioweb.conabio.gob.mx Vidal-Zepeda, R. (1990), "Precipitación media anual" en Precipitación, IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1 :400000. Instituto de Geografía, UNAM. México
Precipitación Total Anual.	El trazo de isoyetas se realizó tomando en cuenta el relieve, la dirección principal del viento y los efectos de barrera Montañosa como son: el efecto de sombra pluviométrica, el de embalse y el descenso y ascenso orográfico.	http://conabioweb.conabio.gob.mx García, E. - CONABIO, (1998). "Precipitación total anual". Escala 1: 1000000. México.
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Este conjunto vectorial presenta las Regiones Hidrológicas Prioritarias de México (110 áreas). En octubre de 1997, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limnológicas de México, con el apoyo de las agencias The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional 0para el Desarrollo de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).	http://conabioweb.conabio.gob.mx Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1: 4000000. México.

VECTOR		
Insumo	**Descripción**	**Fuente**
Temperatura Media Anual	El mapa contiene la información estadística de 1800 estaciones que componían el sistema de observación climatológica en el país. Abarca un período de datos de 1921 a 1980. Este sistema reconoce seis zonas térmicas en el territorio mexicano: 1)Muy cálida con una temperatura media mayor de 26°C; 2)Cálida con temperatura media de 22° a 26°C; 3)Semicálida con temperatura media de 18° a 22°C; 4)Templada, con temperatura media de 12° a 18°C; 5)Semifría, con una temperatura media de 5° a 12°C y 6) Fría y muy fría (temperatura media menor de 5°C).	http://conabioweb.conabio.gob.mx Vidal-Zepeda, R. (1990). "Temperatura media anual". Extraído de Temperatura media, IV.4.4. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
Regiones Terrestres Prioritarias	Este conjunto vectorial tiene como objetivo representar a través de las regiones (un total de 152); unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, en donde se destaque la presencia de una riqueza ecosistémica así como una integridad biológica significativa. El mapa se encuentra a escala 1:1000000. Las regiones cubren un total de 515,558 km2 de superficie.	http://conabioweb.conabio.gob.mx Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio 2004). “Regiones Terrestres Prioritarias”. Escala 1:1000000. México.
Subcuencas Hidrológicas	Este mapa presenta las subcuencas hidrológicas del país extraído de los Boletines Hidrológicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, está en escala 1:1000000. Los datos cartográficos se obtuvieron a partir de la digitalización realizada por CONABIO. Con un total de 3115 subcuencas.	http://conabioweb.conabio.gob.mx Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 1998). “Subcuencas hidrológicas”. Extraído de Boletín hidrológico. (1970). Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1000000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México.
Unidades Climáticas	Conjunto vectorial con información relacionada al clima extraído de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	ttp://mapserver.inegi.org.mx
USV	Conjunto vectorial con información relacionada al	ttp://mapserver.inegi.org.mx

VECTOR		
Insumo	**Descripción**	**Fuente**
	tipo de vegetación y uso del suelo de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1,000,000	
RASTER		
Insumo	Descripción	Fuente
Continuo de elevaciones Mexicano	Es una representación digital de la altura del terreno, de la que se puede obtener una imagen tridimensional que se obtiene a partir de la integración de los modelos digitales de elevación (MDE) del territorio nacional basados en la cartografía topográfica escala 1: 50 000 producida por el INEGI.	http://mapserver.inegi.org.mx
Catálogo de Imágenes Landsat	El Landsat 7 es el satélite operacional más reciente del programa Landsat, financiado por el gobierno de los Estados Unidos.	Author: NASA Landsat Program Nombre de la Colección: Landsat ETM scene Nivel de Procesamiento: Orthorectified Distribuidor: USGS Locación de la Publicación: Sioux Falls

La compilación de información correspondiente al medio físico y biótico de la región empleando SIG y la evaluación mediante la técnica de sobreposición de mapas temáticos e imágenes es de vital importancia, ya que representa el primer acercamiento al proyecto y permite la creación de estrategias y planes de acción, tanto en campo como en gabinete, en el proceso de elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Para efecto de la delimitación del Sistema Ambiental Regional existen diversos criterios y metodologías aplicadas tales como:

1. Por ecosistemas homogéneos.

2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA´s) en caso de que existan programas Estatales, Regionales y/o territoriales de ordenamiento ecológico.

3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.

4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

5. Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.

La delimitación tiene por objeto definir un espacio finito que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del Sistema Ambiental incluyendo el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos culturales, económicos y sociales bajo la visión que son estos los rectores de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio.

La realización de una delimitación del SAR permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian.

En este contexto teórico, la delimitación del SAR se realizó considerando la naturaleza del proyecto, su dimensión, el sitio que ha de recibirlo y sus posibles interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos.

El método empleado se basó en la elaboración de un Sistema de Información Geográfico (SIG) base —empleando el software ESRI ArcGIS 9.3—, proyectado en coordenadas de la Universal Transversa de Mercator Zona 14 Norte (UTM Z14 N), conteniendo los conjuntos vectoriales de INEGI escala 1:1, 000,000 correspondiente al Estado de Michoacán y, para una escala menor de aproximación se empleó la imagen World View 2 con resolución de 60cm por píxel.

A este SIG base se le incorporaron diferentes capas de información de carácter ambiental. La valorización y la evaluación para la definición del SAR se realizaron mediante el proceso de fotointerpretación de imágenes satelitales sobre vectores en el propio SIG.

Con la información antes mencionada, y mediante la sobreposición de mapas con ayuda del Sistema de Información Geográfica se realizó la delimitación del SAR, tomando como principal criterio el proceso de hidroprocesamiento.

La delimitación del Sistema Ambiental Regional implicó la realización de diversos ejercicios los cuales se describen a continuación.

> **Paso número 1.** Como primer referencia se tomaron como base las Unidades de Gestión Ambiental el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán el 11 de Febrero del 2011, ya que para la formulación de dichos instrumentos de política ambiental se toma en consideración las unidades ambientales ecosistémicas y funcionales, para efecto de llevar a cabo la zonificación correspondiente.

Una vez analizando la zonificación espacial de las UGA´s en la región que comprende el proyecto, se observó que este tiene influencia con cuatro de ellas (Agf 895-Agr 892, Ah 697 y ANP 844).

El POEEM no fue de utilidad para la delimitación del SAR por una razón fundamental: la vocación y usos de suelo en estas cuatro unidades de gestión ambiental son muy distintos, y no constituyen una unidad funcional desde el punto de vista ecosistémico (figura VIII.1).

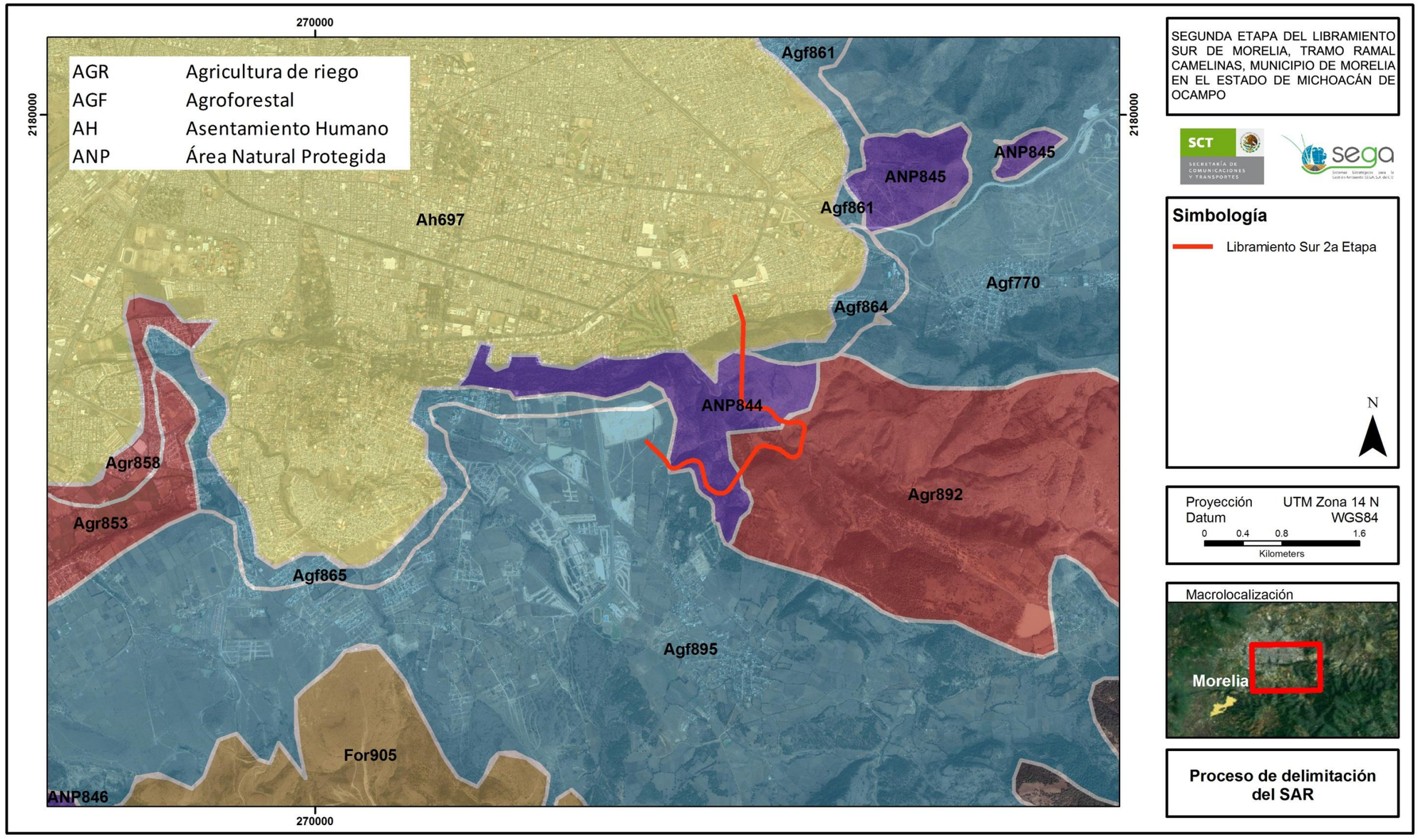


Figura VIII. 1. Vinculación con el POEEM.

Paso número 2.- Posteriormente se analizó la zonificación espacial del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán el 1° de Julio del 2011, teniendo influencia únicamente sobre la UGA PDUCP 15, cuya política y usos serán dependientes de lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia.

Este instrumento tampoco fue de utilidad para la delimitación del SAR, porque al igual que el Criterio anterior, la poligonal de esta UGA PDUCP 15 no obedece a un ecosistema o conjunto de ecosistemas, pues en ella se reúnen diversos usos de suelo y condiciones ambientales heterogéneas, con lo cual se descartó este instrumento como herramienta para la delimitación del SAR.

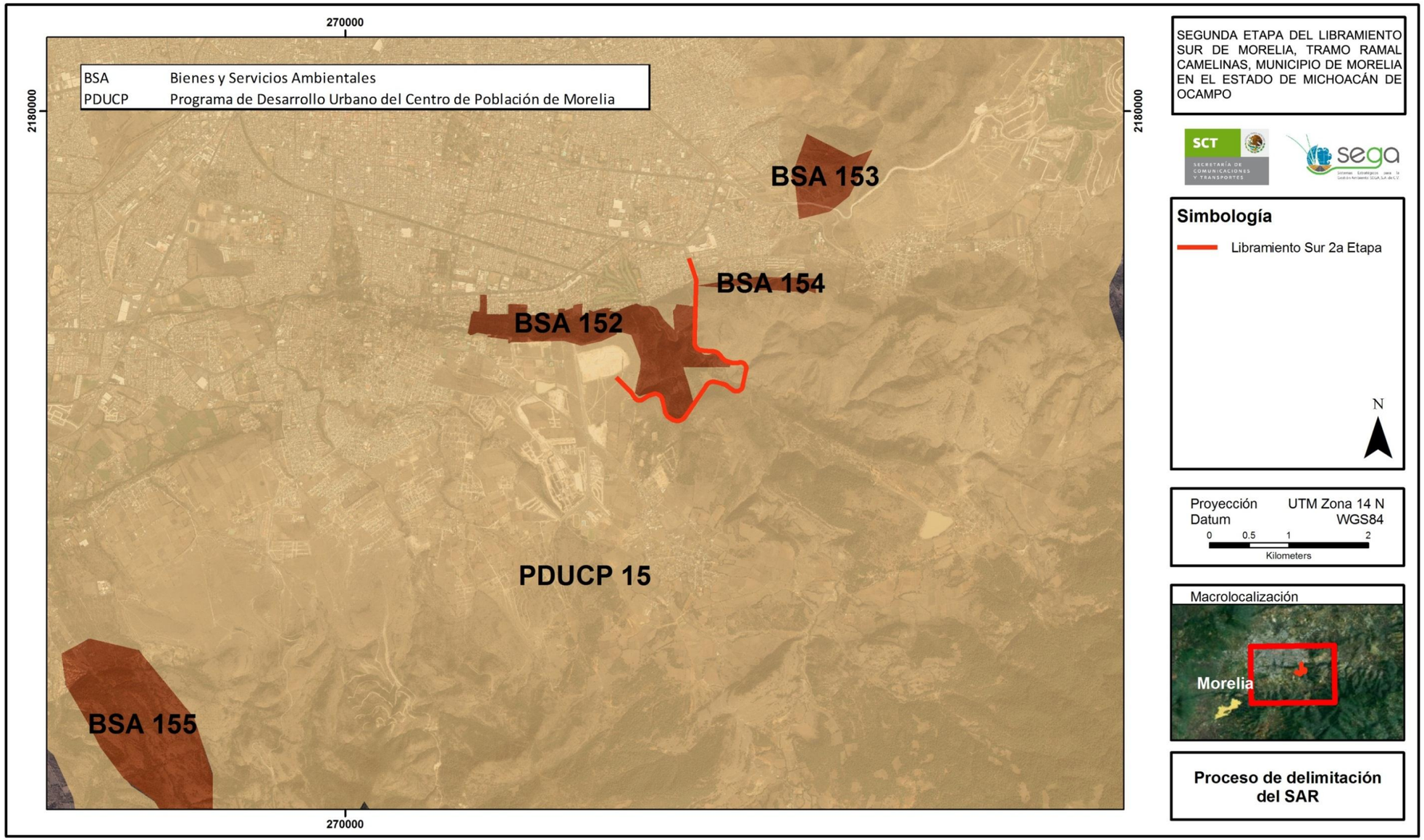


Figura VIII. 2. Vinculación con el POERCLC.

Paso número 3. Habiéndose descartado las opciones anteriores, se llevó a cabo la sobreposición del proyecto con la capa de cuencas hidrológicas definida por CONAGUA, a efecto de analizar si dicha definición es compatible con el alcance de las obras en términos de la representatividad ecosistémica espacial y poder tomar como referencia dicha zonificación como criterio para la definición del SAR.

Sin embargo, la superficie de la Cuenca Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria es en demasía extensa para los alcances del proyecto, al grado que utilizarla para la delimitación del SAR sería poco objetivo, ya que tendería una dilución de los impactos ambientales asociados.

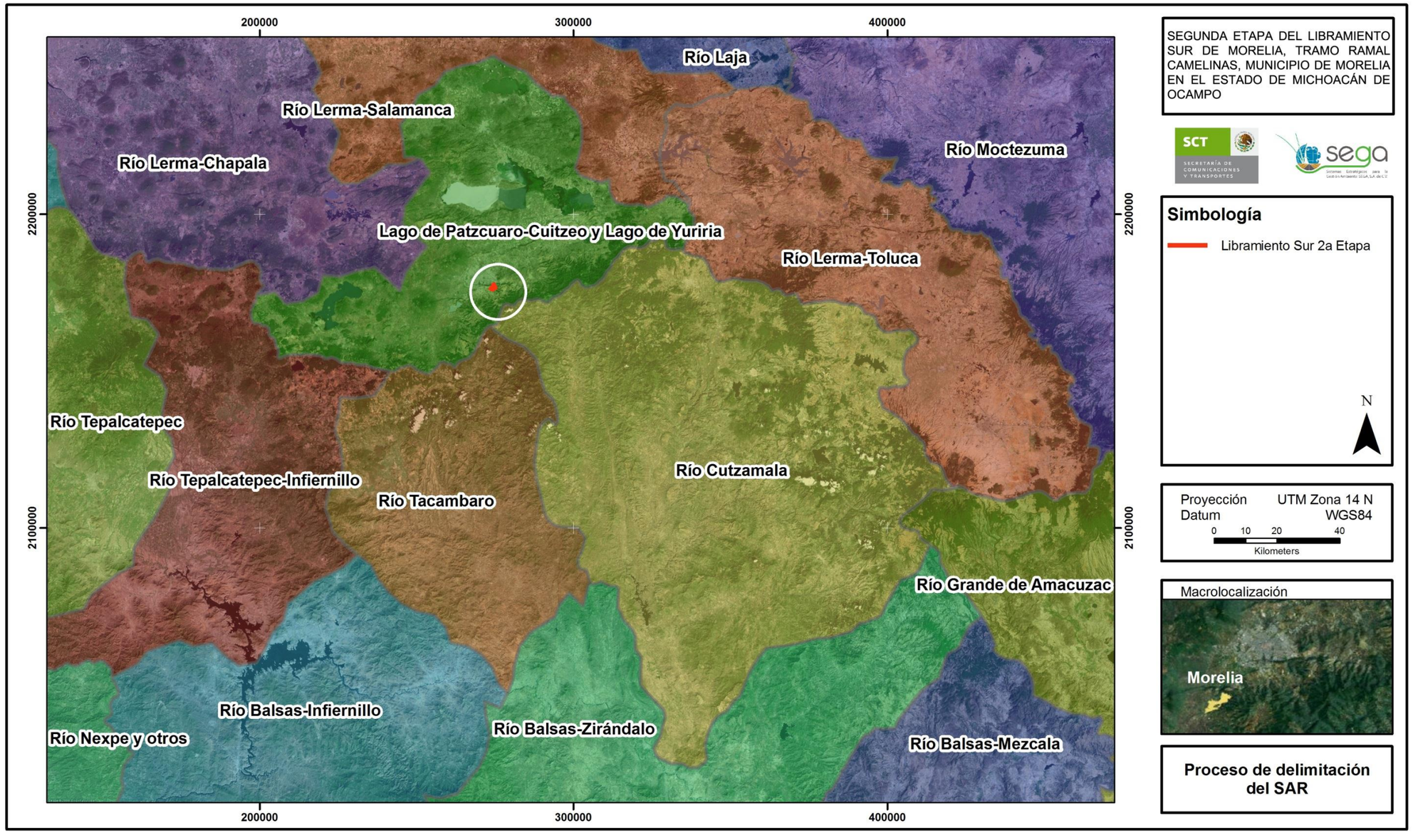


Figura VIII. 3. Cuenca del Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria.

Paso número 4. Al no poder delimitar el SAR con base en la cuenca, se llevó a cabo el mismo procedimiento utilizando ahora el nivel de subcuencas, obteniéndose también que la Subcuenca Río de Efucuaro es en demasía extensa para el alcance del proyecto y para la adecuada evaluación de los impactos ambientales, motivo por el cual tampoco fue utilizado este criterio para la delimitación del SAR.

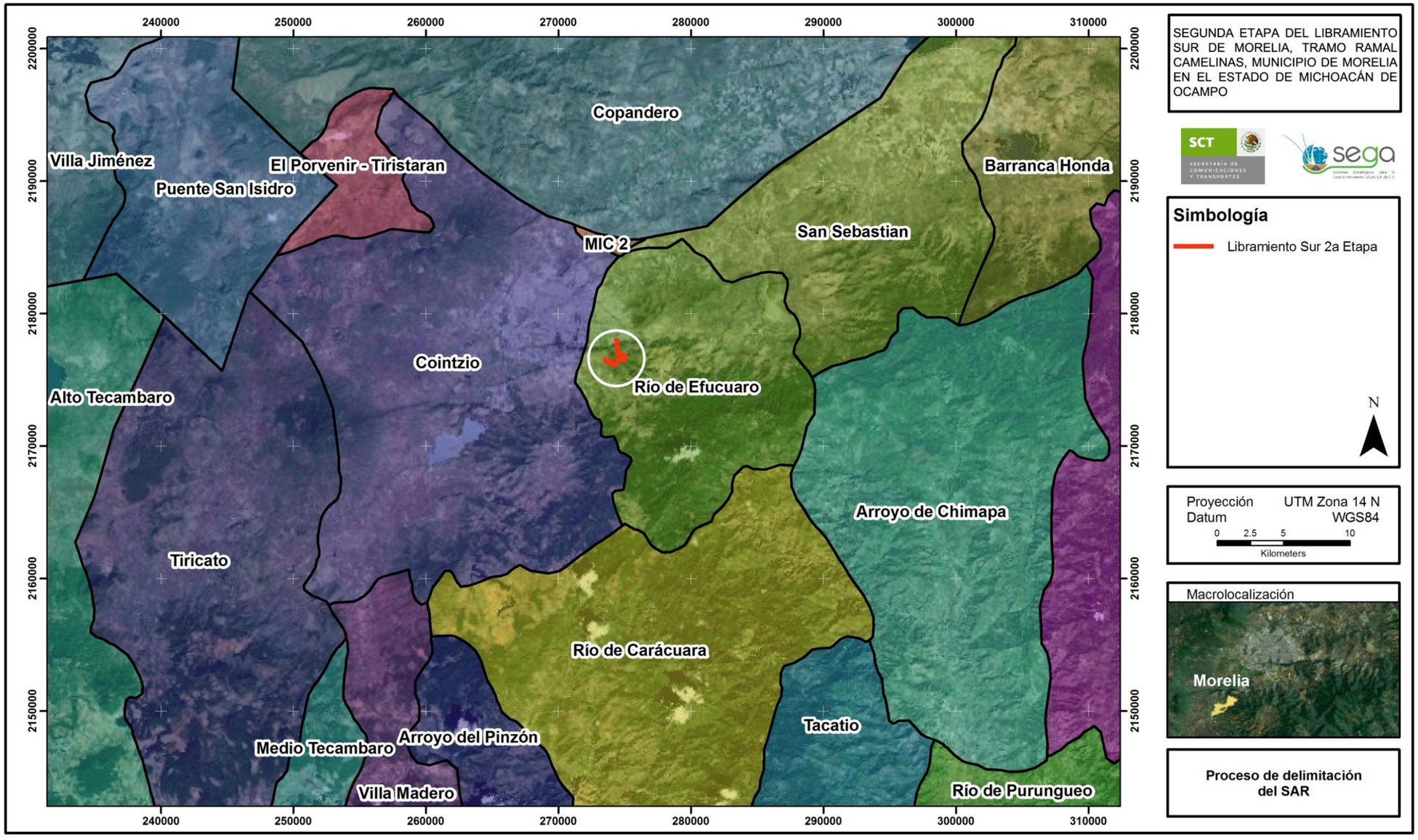


Figura VIII. 4. Subcuencas hidrológicas de la región.

Paso número 5. Una vez agotados los criterios antes mencionados, se optó por analizar el mosaico de capas respecto al Uso de Suelo y Vegetación a nivel de la región en la cual se pretende desarrollar el proyecto. De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (Serie II)**,** el proyecto se ubica sobre un Área Urbana y de Agricultura de Temporal. Sin embargo, como consecuencia de la escala de los vectores de INEGI (1:1´000,000), estos usos de suelo y vegetación no coinciden con las características actuales del sitio, motivo por el cual fue desechada esta opción como medida para la delimitación del SAR.

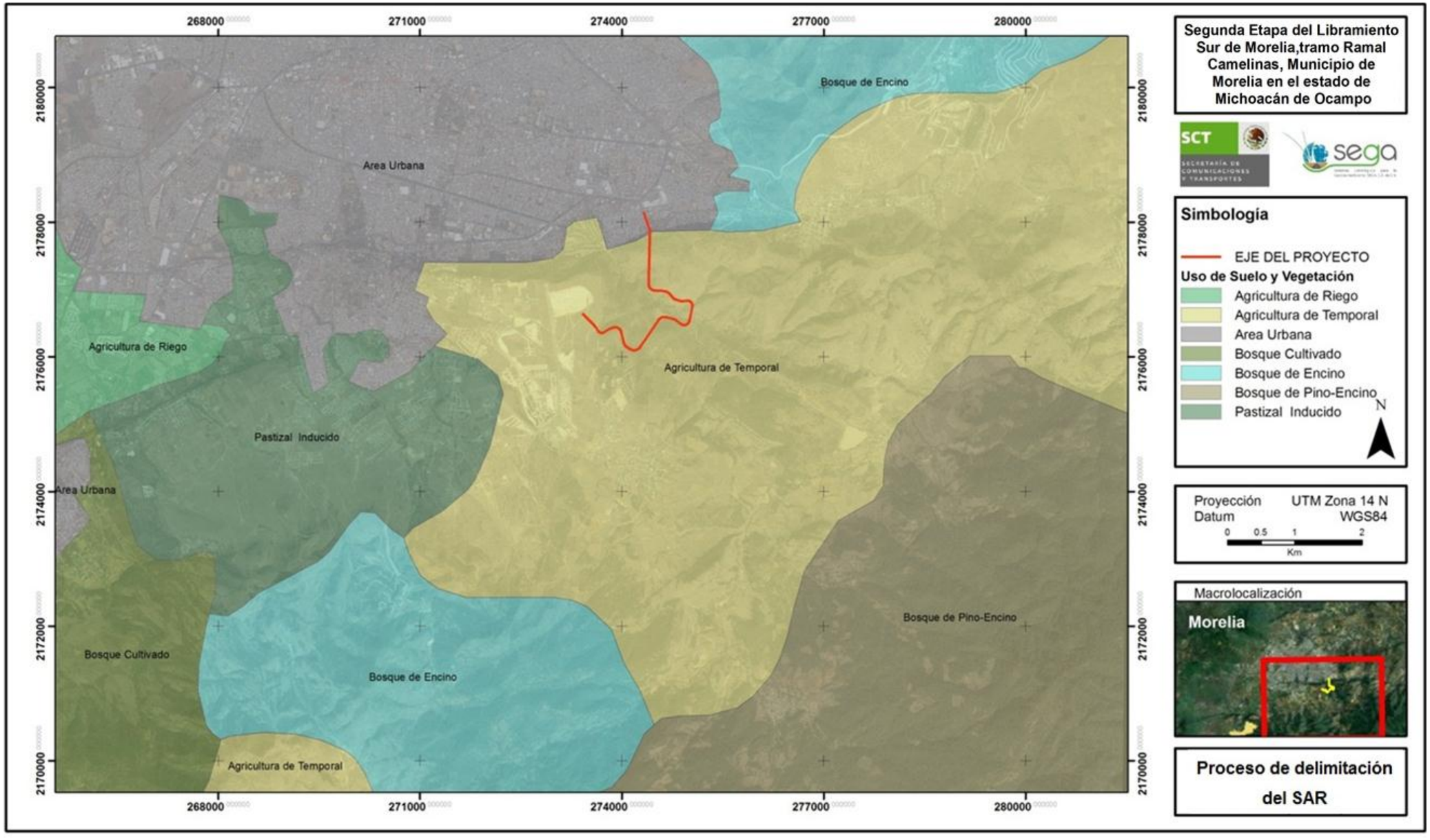


Figura VIII. 5. Uso de Suelo y Vegetación (INEGI).

Paso número 6. Al ver que ninguno de los métodos anteriormente descritos se acoplaban para una adecuada delimitación del Sistema Ambiental Regional se decidió realizar un estudio de hidroprocesamiento, el cual tiene el objetivo de conocer los caudales máximos alcanzados en un punto de un río para uno o varios eventos de lluvia, los cuales se emplean, desde la óptica de los estudios y procesos ambientales, como una unidad al tomar la cuenca hidrológica como base y así delimitar el Sistema Ambiental Regional. Fundado en lo anterior, se empleará el módulo de Hidroprocesos (*Arc-Hydro*), para realizar el trazado de las escorrentías de la microcuenca en donde se encuentra ubicado del proyecto y realizar la mejor delimitación del SAR.

Se puede definir a un Hidroproceso como: "*Metodología automatizada que permite el fácil y preciso trazado de escurrimientos superficiales y delimitación de Cuencas empleando Modelos Digitales del Terreno (MDT) y diferentes algoritmos, en los cuales se encuentran la determinación de patrones de acumulación de flujos superficiales entre otros*" (ESRI, 2000)

Arc-Hydro es un modelo geo-espacial y de datos para recursos hídricos, diseñado para operar dentro de ArcGIS (Maidment, 2002). Un modelo de datos es distinto de un modelo de simulación, en lo que respecta a un modelo de datos, provee un marco normalizado para almacenar la información.

Arc-Hydro, por consiguiente, provee los medios para conectar modelos de simulación a través de un sistema de almacenamiento de datos común, lo que facilita la tarea de determinación de patrones de acumulación superficial, trazado de escurrimientos y delimitación de Cuencas a partir de un Modelo Digital de Elevaciones (MDT). Derivado de lo anterior podemos concluir que Arc-Hydro es *un modelo de datos ideal para aplicaciones de recursos hídricos y prepara los datos para simulaciones hidrológicas*.

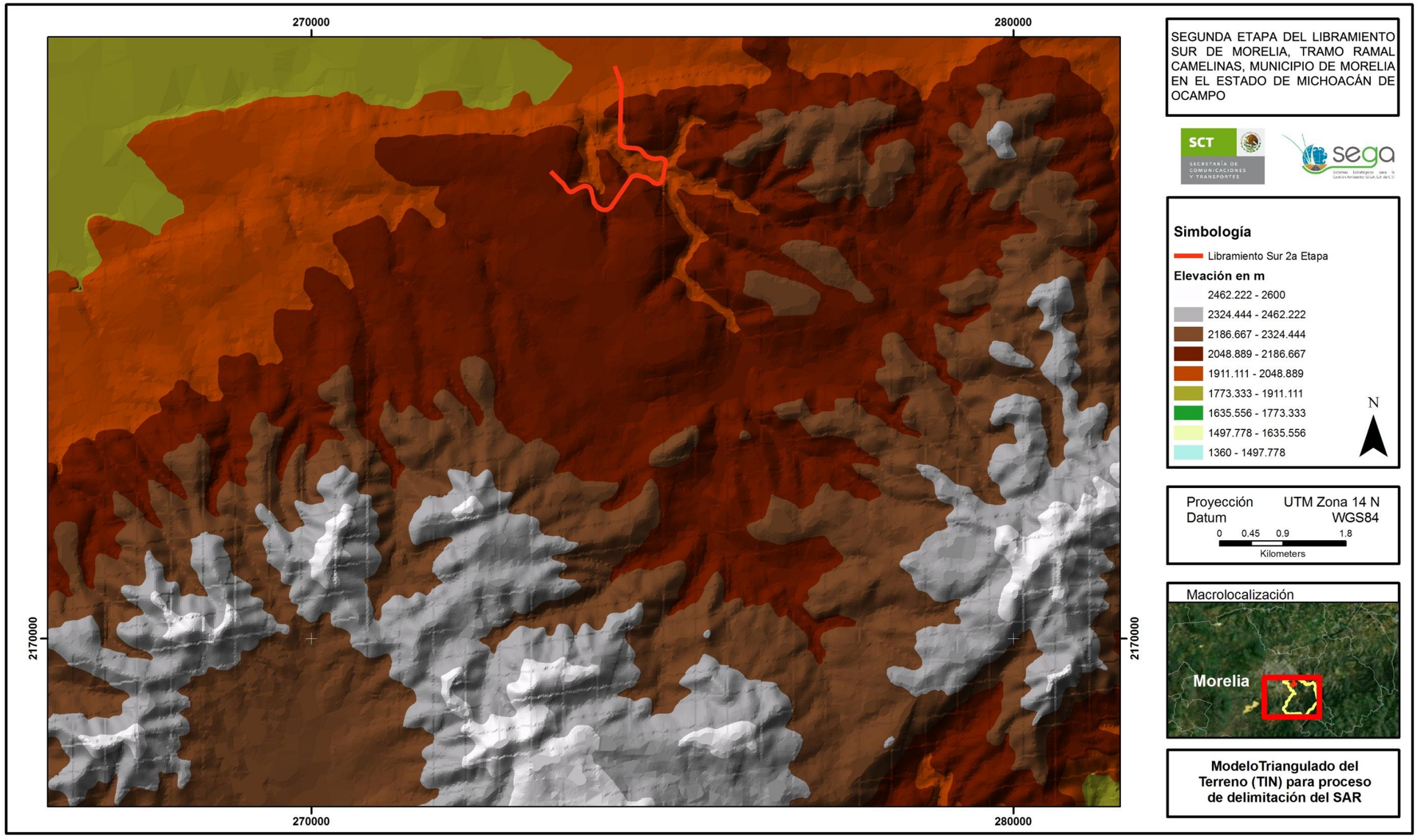


Figura VIII. 6. Modelo Triangulado del Terreno.

Se entiende por cuenca hidrográfica al territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico.

Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres o parte aguas.

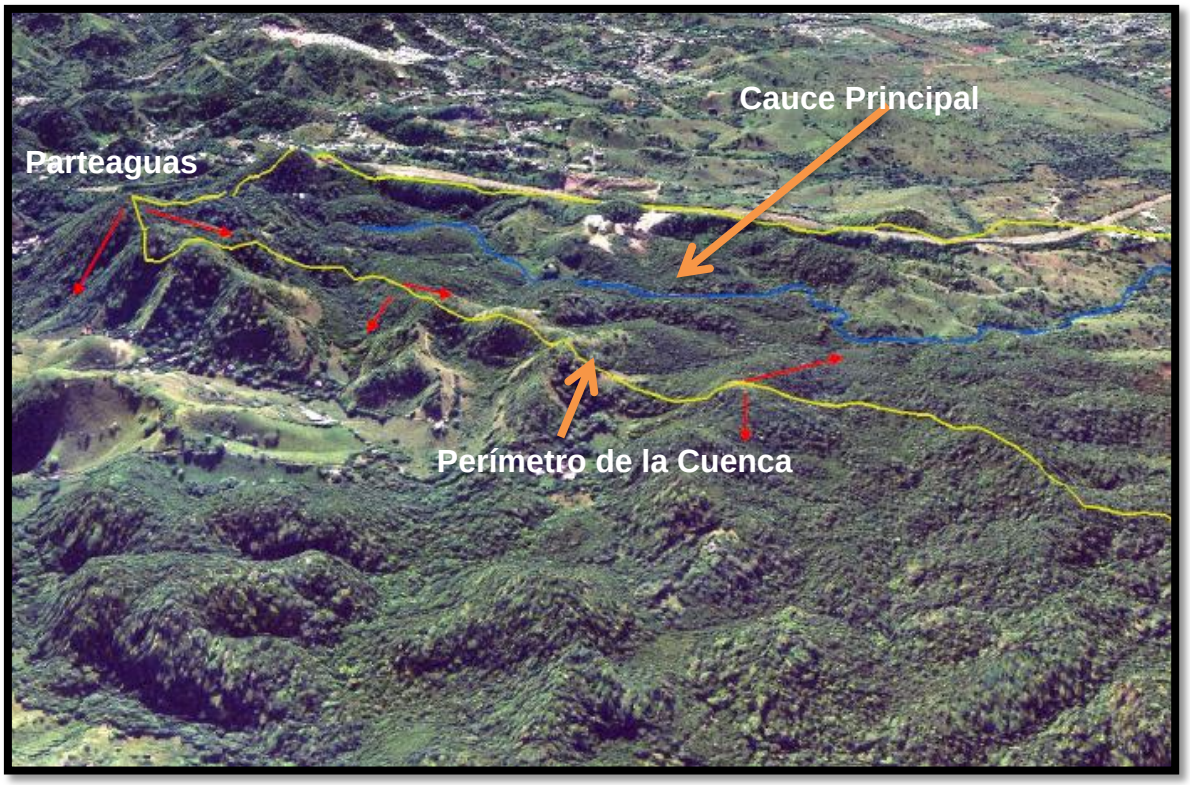


Figura VIII. 7. Ejemplo de delimitación de cuenca por parteaguas.

La operación de *Trazo de Escurrimientos* o extracción de la red de drenaje, extrae un mapa en formato raster con la posible red de drenaje superficial (Mapa Raster de tipo Boleano). El mapa raster de salida mostrará drenaje superficial básico en

forma de píxeles con un valor verdadero, mientras que los píxeles sin escurrimiento tienen un valor falso. Se podrá consultar el algoritmo del mismo en el Capítulo VIII de la presente manifestación de impacto ambiental.

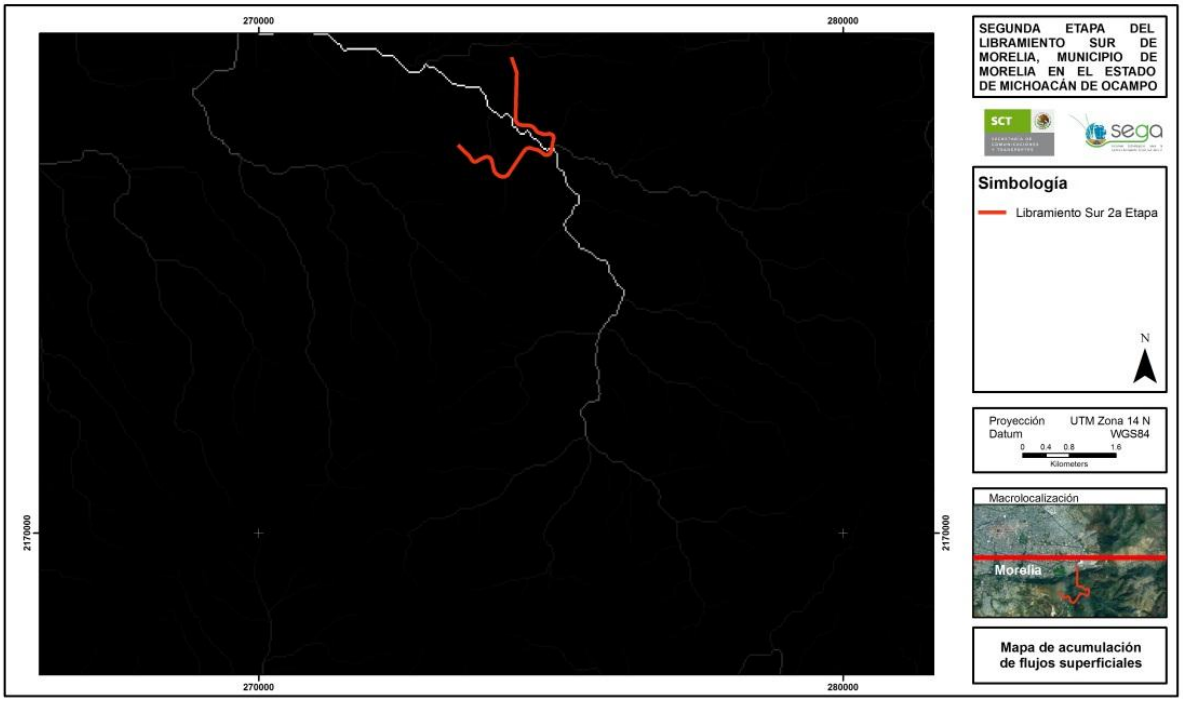


Figura VIII. 8. Acumulación de flujos superficiales.

La operación de Delimitación de Cuencas genera polígonos basándose en información del resultado de acumulación de flujos; así que una cuenca se calculará para cada corriente que se encuentra en el mapa de salida de la operación de extracción de la red de drenaje generado previamente. Además, la operación utiliza un mapa de la dirección de flujo para determinar la trayectoria de cada corriente. Se podrá consultar el algoritmo del mismo en el capítulo VIII de la presente manifestación de impacto ambiental.

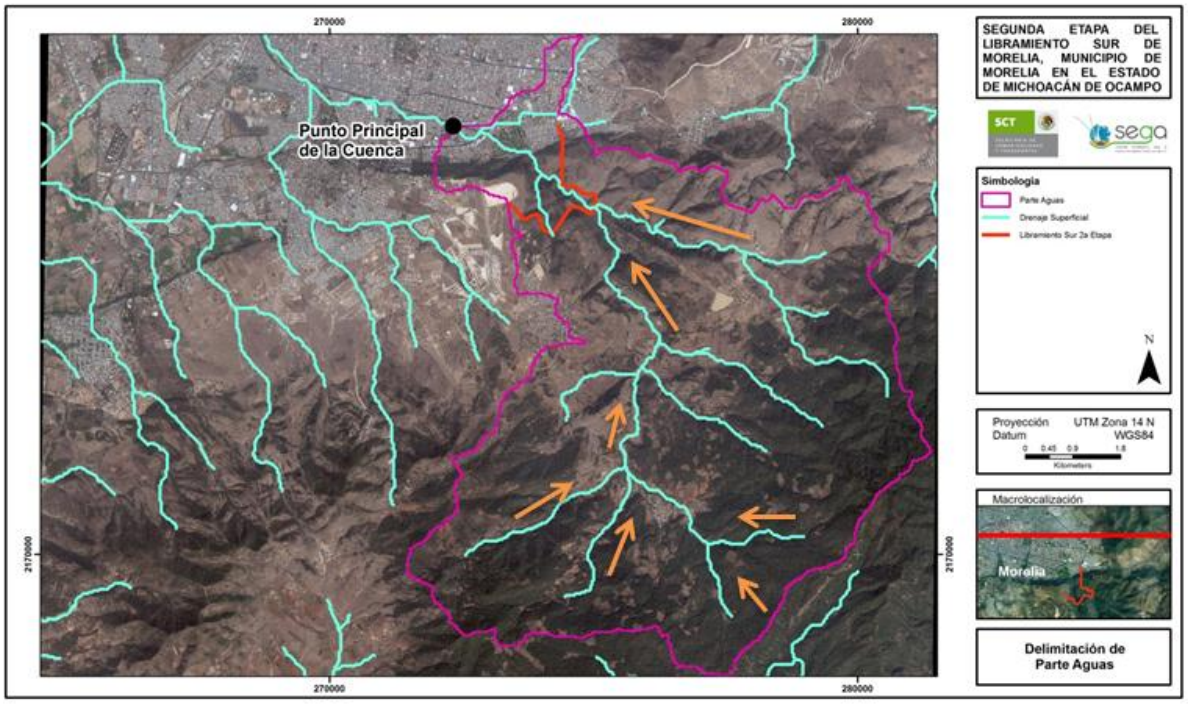


Figura VIII. 9. Parteaguas.

La existencia de una zona urbana rompe con el patrón hidrológico superficial natural, por lo que se consideró como una barrera física en el trazado de la cuenca por ende, en la delimitación del SAR.

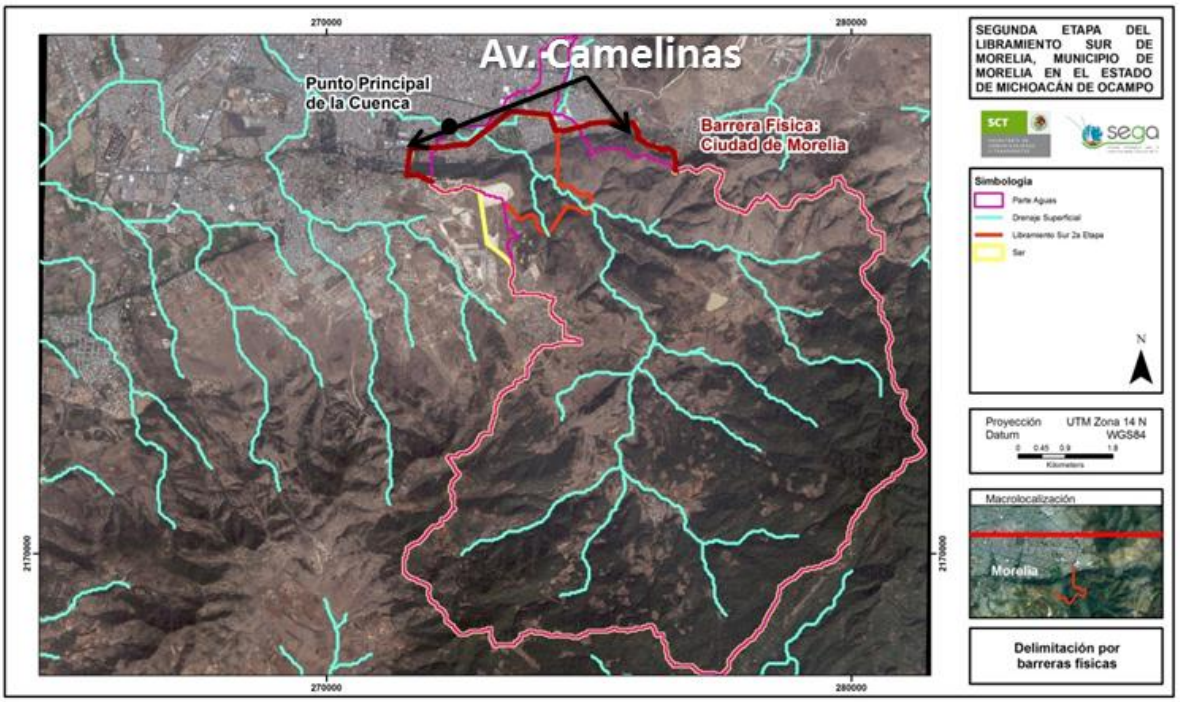


Figura VIII. 10. Parteaguas y barreras físicas.

Presentación del SAR

El SAR definido para este proyecto se ubica al sur de la Ciudad de Morelia y constituye una microcuenca de 6,798.72 ha, cuyo origen se encuentra en la línea de las cumbres o parte aguas de Pico Azul y cuya corriente principal desfoga en el crucero de Av. Camelinas y Solidaridad, en donde se encauza a un canal a cielo abierto que funciona como obra de drenaje mayor para esta ciudad.

El SAR final se presenta limitando al este, sur y oeste por una microcuenca definida por el método de hidroprocesos y que se nombró para efectos de éste estudio como: “Microcuenca de Pico Azul-Río Chiquito”

La delimitación obedece a un criterio de continuidad de los flujos hidrológicos superficiales, ya que, aunque el modelo de Hidroproceso haya generado una

cuenca que abarca parte de la Ciudad de Morelia, el encauzamiento de la corriente principal que se da en Av. Solidaridad y que después entronca con el Río Grande rompe con los flujos naturales y es por esto que se considera una barrera física importante en la delimitación del SAR.

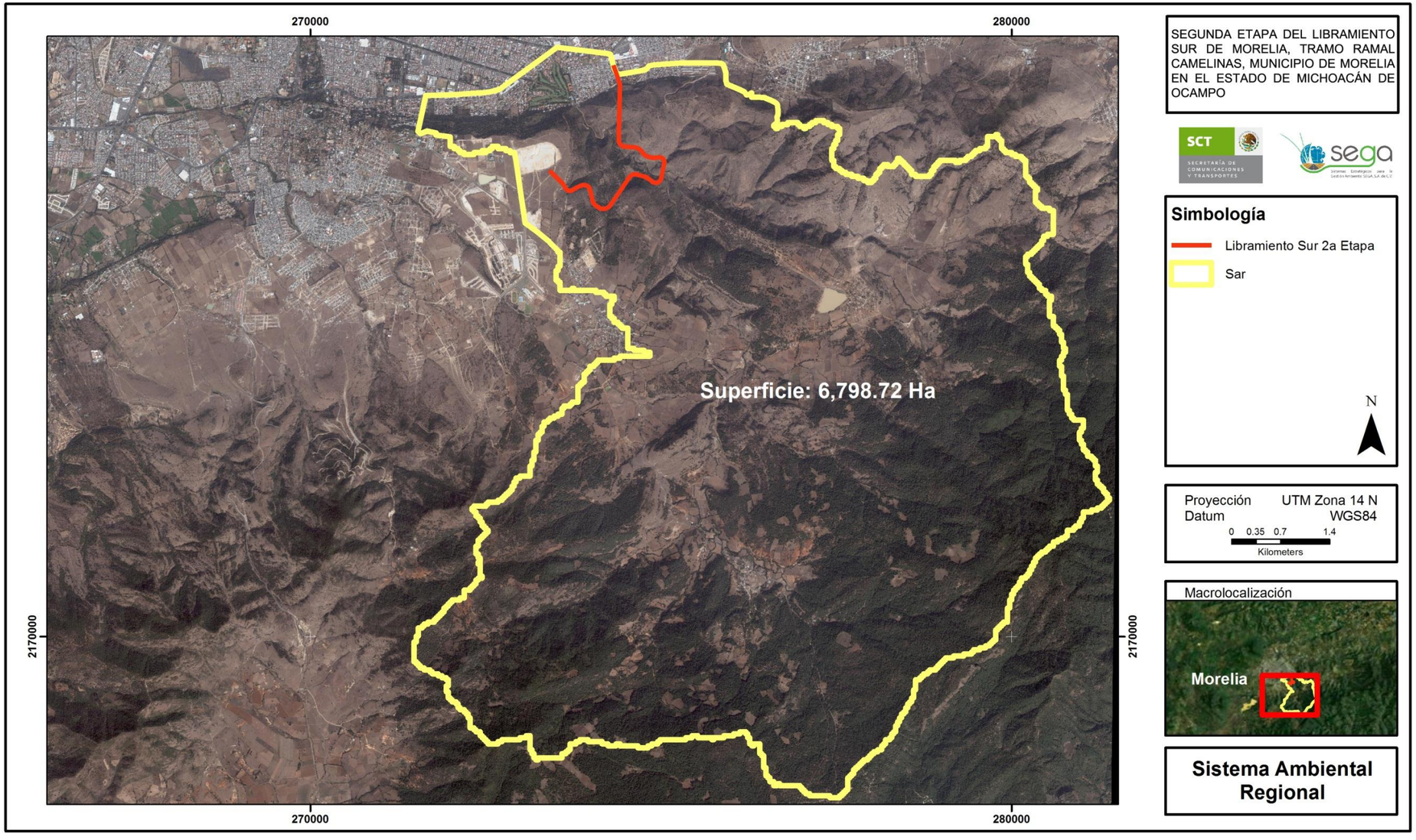


Figura VIII. 11. Sistema Ambiental Regional delimitado.

VIII.1.2. Metodología para la determinación de la edafología

Para determinar los diferentes tipos de suelos presentes en el área de influencia del proyecto, se siguió el procedimiento que establece el Levantamiento fisiográfico.

El levantamiento fisiográfico

Cartografiar suelos requiere llegar a entender su organización espacial y plasmar esta información de forma clara en un mapa, que constituye un modelo simplificado de la realidad. El trabajo previo a campo requiere establecer algún sistema o método que permita predecir la distribución de los suelos en el área de estudio, siendo el sistema fisiográfico el más utilizado.

El sistema fisiográfico es una subdivisión del paisaje, cuenta a nivel regional con un sistema de clasificación simple, ya que tiene sólo dos tipos principales de unidades: la faceta y el sistema terrestre.

La faceta es la unidad básica de clasificación y se define como: “Una porción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca o deposito superficial y con un suelo y un régimen de humedad que son uniformes o varían en una forma simple y consistente.

Cada faceta es lo suficientemente homogénea para ser manejada de manera uniforme en la mayoría de los uso de la tierra y son de tamaño tal que pueden ser cartografiados. Es importante mencionar que el Levantamiento Fisiográfico es un estudio a nivel regional y que las Facetas representan a las unidades con la mayor homogeneidad que puede ser alcanzada. Además, una repetición de un conjunto de Facetas da un carácter particular y distintivo a un paisaje, es decir,

reconocemos diferentes paisajes donde hay un diferente conjunto de Facetas o donde los patrones de las relaciones entre Facetas difieren. Tales patrones en su conjunto proporcionan áreas útiles para la identificación de las Facetas y son conocidos como *Sistemas Terrestres*.

El método para la realización del Levantamiento Fisiográfico está basado en una modificación de la metodología propuesta por Webster y Beckett (1970) y consta de los siguientes pasos:

1) Delimitación del área de estudio.
2) Obtención de la información existente.
3) Trazo de facetas.
4) Transferencia de linderos.
5) Fotointerpretación y recorrido de campo.
6) Definición de sistemas terrestres.
7) Descripción de sistemas terrestres.

Dentro de cada faceta, es necesario establecer el número de sitios de muestreo, siendo dos el número mínimo y de ocho el número máximo que se han establecido para observar la variación del suelo dentro de la faceta. Estas variaciones están determinadas fundamentalmente por tres factores: Forma del terreno, Litología, y Textura del suelo.

Determinación de los puntos de observación.

En base al Sistema Fisiográfico, se identificó que la faceta presente en el trazo de la nueva vialidad, corresponde a un sistema de Sierra volcánica, en la cual mediante técnicas de fotointerpretación se lograron definir 4 sistemas terrestres, Valle intermontano, Lomerío típico, Sierra alta y Meseta, estos como unidad básica para la identificación de los tipos de suelo.

A continuación se presenta la descripción de cada una de los sistemas terrestres:

Valle intermontano. Depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, situado entre montañas con presencia de pequeñas lomas.

Lomerío típico. Definido como un conjunto de lomas con características propias, de variables formas y alturas.

Sierra alta. Se define como línea de montañas con una altitud mayor al entorno geográfico.

Meseta. Es una mesa extensa, situada a una altura por encima de los lomeríos y que presenta una uniformidad como planicie.

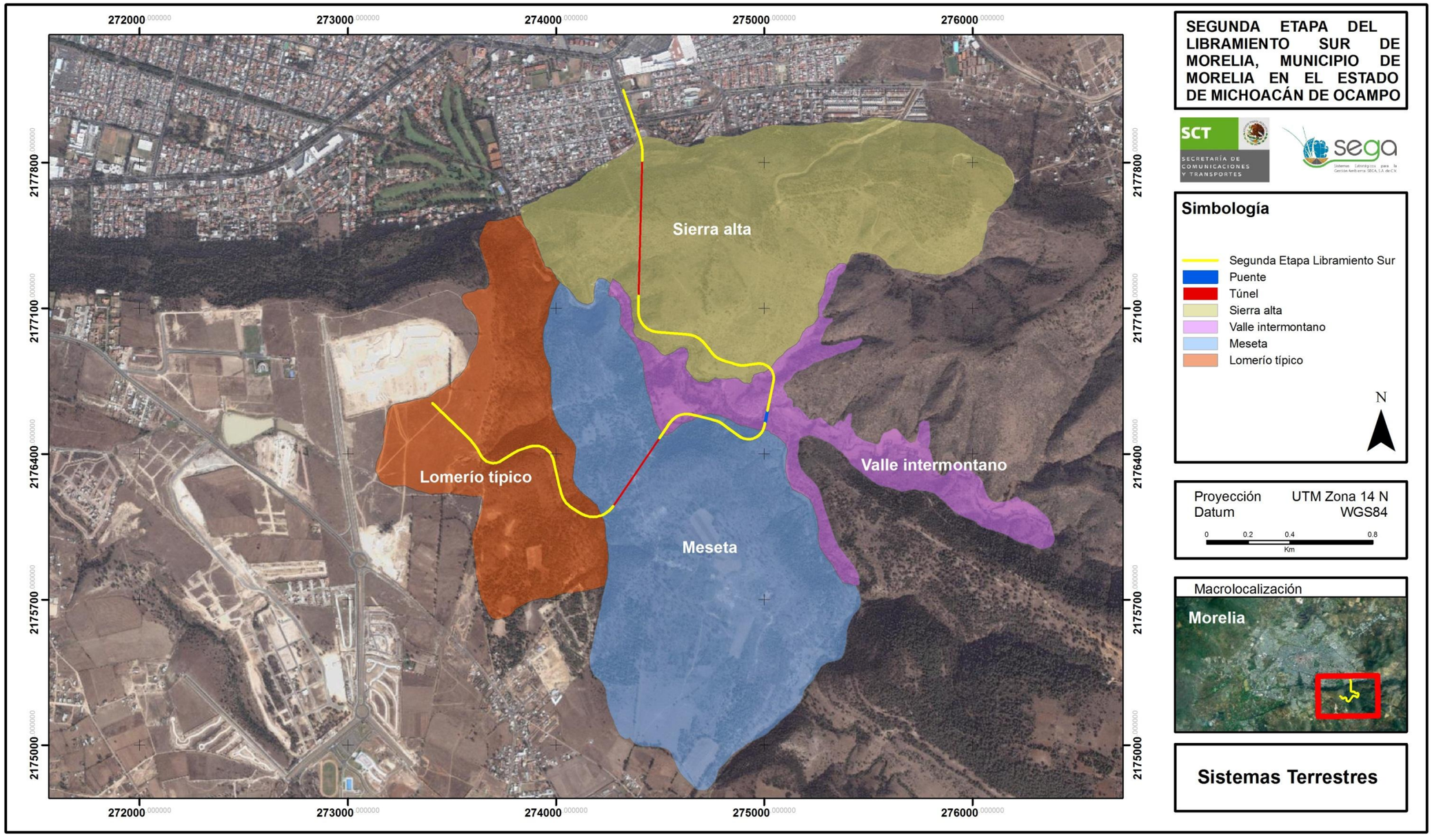


Figura VIII. 12. Sistemas terrestres definidos para el área de influencia del proyecto.

Cálculo de infiltración del suelo a nivel SAR

Para calcular el balance hídrico del SAR se realizó una suma aritmética de las contribuciones de agua filtrada de forma natural mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{I = P - E - Es}$$

Dónde:

I=Infiltración
P=Precipitación media anual (Vectores INEGI)
E=Evapotranspiración (Vectores INEGI)
Es=Escurrimiento superficial

Escurrimiento Superficial

El escurrimiento superficial se calcula a partir del llamado coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua de precipitación que escurre sobre la superficie hasta acumularse en los cuerpos de agua o seguir a través de corrientes superficiales.

$$\boldsymbol{Ce = \frac{Ve}{Vp}}$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento
Ve= Volumen de escurrimiento anual
Vp= Volumen de precipitación (Precipitación * Área)

Por tanto:

$$\mathbf{Ve = Ce * Vp = Ce * P * A}$$

Para establecer el valor del coeficiente de escurrimiento se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\boldsymbol{Ce = K\frac{P-250}{2000}, para\ K \leq 0.15}$$

$$\boldsymbol{Ce = K\frac{P-250}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5}, para\ K > 0.15}$$

Dónde:

K= Permeabilidad (Parámetro que depende del tipo y uso del suelo)

Tabla VIII. 1. Valores de K en función del tipo de suelo.

Permeabilidad (K)	Descripción
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y poco compactas
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi Impermeables, tales como arenas muy delgadas y sobre capas arcillosas

Se reclasifica a cada uno de los tipos de suelo de la capa de edafología, tomando en cuenta las diferentes fases presentes, la composición y su textura.

Tabla VIII. 2. Valores de Permeabilidad en función del tipo de suelo existente en el área de estudio.

Clave	Textura	Permeabilidad (K)
Lc+Ao+Bc/3	3	C
Vp+Hh/3	3	C
Vp/3	3	C
Vp/Hh/2	2	B
Th+Lc+Hh/2	2	B

Posteriormente se agrupa por los usos de suelo y vegetación conforme a sus diferentes permeabilidades según el suelo sobre el que estén asentados.

Tabla VIII. 3. Valores de K (permeabilidad) por tipo de suelo y de vegetación.

Uso de suelo y vegetación	PERMEABILIDAD		
	A	B	C
Asentamientos humanos y vialidades pavimentadas	0.28	0.29	0.32
Basureros			0.30
Bosque de Abies		0.16	0.247
Bosque de Abies perturbado		0.22	0.26
Bosque de Carpinus		0.26	0.28
Bosque de Cupresus (de reforestación)		0.22	0.26
Bosque de Pinus		0.16	0.24
Bosque de Pinus perturbado		0.22	0.26
Bosque de Quercus		0.16	0.24
Bosque de Quercus perturbado		0.22	0.26
Bosque mesofilo de montaña		0.26	0.28
Bosque mixto de Pinus-Abies		0.16	0.24
Bosque mixto de Pinus-Abies perturbado		0.22	0.26
Bosque mixto de Pinus-Quercus		0.16	0.24
Bosque mixto de Pinus-Quercus Perturbado		0.22	0.26
Bosque seco o plagado		0.20	0.28

Uso de suelo y vegetación	PERMEABILIDAD		
	A	B	C
Campamento Forestal			0.30
Cuerpo de Agua		0.00	0.00
Infraestructura		0.29	0.32
Matorral rosetófilo crasicaule		0.24	0.30
Pastizal natural		0.24	0.30
Roca		0.24	
Selva baja caducifolia	0.12	0.22	0.26
Selva baja caducifolia perturbada	0.17	0.26	0.28
Sitio de extracción de materiales		0.28	0.30
Sitios de importancia cultural		0.29	0.32
Suelo erosionado		0.28	0.30
Terracería	0.26	0.28	0.30
Vegetación riparia	0.17	0.26	0.28
Vegetación riparia perturbada		0.28	0.30
Vegetación secundaria	0.14	0.20	0.28
Zacatonal		0.24	
Zona agropecuaria	0.24	0.27	0.30
Zona inundable		0.00	0.00
Zona sin vegetación aparente	0.24	0.28	0.30

Finalmente mediante una multiplicación de los mapas por medio de un Sistema de Información Geográfica (GIS), Se obtiene un mapa final de salida de la recarga hídrica (infiltración).

Cálculo para la velocidad de infiltración

Para calcular la velocidad de infiltración en campo se utilizó el método del infiltrómetro de doble cilindro (Figura VIII.13), el cual usa dos cilindros concéntricos que son introducidos en el suelo, al cilindro interior se le aplica una lámina de agua

y la proporción con la que el agua se mueve hacia el interior del suelo es medida en centímetros por unidad de tiempo. El flujo y las mediciones normalmente se continúan hasta que la tasa de infiltración se hace constante obteniéndose en ese momento la velocidad de infiltración conocida como infiltración básica.

Para el cálculo de la velocidad de infiltración se han elaborado varios modelos entre los que se encuentra el de Kostiakov, y este modelo es el que se aplicó para obtener las gráficas de velocidad de infiltración (I) e infiltración acumulada (i) así como el valor de la infiltración básica.

Procedimiento

1. Se seleccionó dentro del terreno el lugar más representativo para la prueba.
2. Se insertó el cilindro de menor diámetro sobre el suelo y se golpeó para enterrarlo a una profundidad considerable > 5 cm, teniendo cuidado el que sea de manera nivelada con la horizontal que marca la superficie del suelo.
3. Posteriormente se colocó de forma concéntrica al primer cilindro, en el exterior y se enterró a la misma profundidad que el cilindro menor.
4. Se limpió la superficie dentro del cilindro interno de residuos y basura que al flotar pueden interferir con la lectura, y se vertió agua hasta tener una lámina de 10 cm aproximadamente y se tomó la primera lectura.
5. Se vertió agua en la cavidad formada entre los dos cilindros hasta que se tuvo aproximadamente el mismo nivel que el cilindro interno; esta agua sirve para amortiguar la posible infiltración lateral.
6. Se tomaron las lecturas del nivel de agua a cada 5 min, en ocasiones es necesario tener lecturas continuas hasta que las variaciones sean constantes en el mismo intervalo de tiempo.



Instalación del infiltrómetro



Inicio de la prueba



Prueba de infiltración



Toma de lecturas

Figura VIII. 13. Prueba del Infiltrómetro de doble anillo.

VIII. 2 Método para la Determinación de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica.

No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del SAR, sin embargo, la información con la que se cuenta sobre los tipos de suelo, pendiente y precipitación media anual fueron incorporadas como variables para realizar en esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, un modelo con base en la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) y representadas gráficamente en un Sistema de información geográfica.

De acuerdo con Mannaerts (1999), el RUSLE puede ser usado apropiadamente para:

- Predecir pérdida de suelo promedio a largo plazo de condiciones de campo específicas, usando un sistema específico de manejo.
- Para predecir erosión entre surcos y en surcos, en pastos, cultivos y sitios en construcción.
- La pérdida de suelo calculado por el modelo, es la cantidad de sedimento perdido por el perfil, no la cantidad de sedimento que deja la cuenca o el terreno.
- El perfil del paisaje es definido por una longitud de la pendiente, la cual es la longitud del origen del flujo superficial hasta el punto donde el flujo alcanza una mayor concentración o una mayor área de deposición como en las pendientes cóncavas y cerca de los límites del terreno.
- Para estimar las tasas de erosión que son removidas del suelo, de partes críticas del paisaje y que guían a la elección de las prácticas de control de la erosión hasta un nivel de pérdida de suelo tolerable.

La ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) tiene la siguiente expresión matemática (Mannaerts 1999):

$$A= R*K*LS*C$$

A = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]

R = Factor erosividad de las lluvias en [MJ/ha*mm/hr]

K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha.MJ*ha/mm*hr]

LS= Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional

El método para determinar la pérdida de suelo en el SAR, aplicada en el presente ejercicio, requirió de la preparación de los cuatro mapas intermedios (uno por cada factor) que se mencionan a continuación, mismos que fueron multiplicados mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS), para obtener un mapa final de las áreas potenciales de riesgo de erosión hídrica (Figura VIII.14).

- Factor R: Mapa de erosividad de las lluvias
- Factor K: Mapa de erodabilidad del suelo
- Factor LS: Mapa topográfico
- Factor C: Mapa de uso de suelo y vegetación.

Factor R

Es el potencial erosivo de la lluvia que afecta el proceso de erosión del suelo. La erosión por gotas de lluvia incrementa con la intensidad de la lluvia. Una suave y prolongada lluvia puede tener la misma energía total que una lluvia de corta duración y más intensa.

El Factor R se calcula con la siguiente fórmula:

$$R= 3.4880P-0.00088P^2$$

Dónde:

R= Factor R

P= Precipitación media anual.

Posteriormente se generó un mapa vectorial del factor mediante un GIS.

Factor K

Es una compleja propiedad que se la entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración. El Factor K se calcula tomando en cuenta el tipo de suelo y su textura, como se muestra en la siguiente Tabla, a partir de los cual se genera un mapa vectorial.

Reclasificación para el cálculo del factor R.

ORDEN	TEXTURA*			ORDEN	TEXTURA		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
A	0.026	0.040	0.013	Io	0.026	0.040	0.013
Af	0.013	0.020	0.007	Ip	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.030	0.013	Iv	0.053	0.079	0.026
Ab	0.013	0.020	0.007	M(g,a)	0.026	0.040	0.013
Ao	0.026	0.040	0.013	N(d,e,b)	0.013	0.020	0.007
Ap	0.053	0.079	0.026	O(d,e,x)	0.013	0.020	0.007
B	0.026	0.040	0.013	P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.040	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.040	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
Be	0.026	0.040	0.013	Ph	0.026	0.079	0.013
Bf	0.026	0.020	0.007	Pl	0.026	0.040	0.013
Bg	0.026	0.040	0.013	Po	0.053	0.040	0.026
Bh	0.013	0.020	0.007	Pp	0.053	0.079	0.026
Bk	0.023	0.040	0.013	Q(a,c,f,l)	0.013	0.079	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026	R	0.026	0.020	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026	Re	0.026	0.040	0.013
C(g,h,b,l)	0.013	0.020	0.007	Rc	0.013	0.040	0.013
D(d,e,g)	0.053	0.079	0.026	Rd	0.026	0.020	0.007
E	0.013	0.020	0.007	Rx	0.053	0.040	0.026
F(a,b,o,p,r)	0.013	0.020	0.007	S	0.053	0.079	0.026
G	0.026	0.040	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.020	0.007	Sm	0.026	0.079	0.013
Gd	0.026	0.040	0.013	So	0.053	0.040	0.026

ORDEN	TEXTURA*			ORDEN	TEXTURA		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
Ge	0.026	0.040	0.013	I	0.026	0.079	0.013
Gh	0.013	0.020	0.007	Ih	0.013	0.040	0.007
Gm	0.013	0.020	0.007	Im	0.013	0.020	0.007
Gp	0.053	0.079	0.026	Io	0.026	0.020	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026	Iv	0.026	0.040	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026	U	0.013	0.040	0.007
H(c,g,h,l)	0.013	0.020	0.007	V(c,p)	0.053	0.020	0.026
I	0.013	0.020	0.007	W	0.053	0.079	0.026
J	0.026	0.040	0.013	Wd	0.053	0.079	0.026
Jc	0.013	0.020	0.007	We	0.053	0.079	0.026
Jd	0.026	0.040	0.013	Wh	0.026	0.079	0.013
Je	0.026	0.040	0.013	Wm	0.026	0.040	0.013
Jt	0.053	0.079	0.026	W	0.053	0.040	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	0.026	0.040	0.013	X(b,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.040	0.013	Y(h,k,l,y,t)	0.053	0.079	0.026
L	0.053	0.079	0.026	Z	0.026	0.040	0.013
Lc	0.026	0.040	0.013	Zg	0.026	0.040	0.013
Lf	0.013	0.020	0.007	Zm	0.013	0.020	0.007
Lg	0.026	0.040	0.013	Zc	0.026	0.040	0.013
lk	0.026	0.040	0.013	Zt	0.053	0.079	0.026

Factor LS

El factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

Para calcular LS se utilizó el modelo digital de elevación del terreno de INEGI y mediante un procesamiento en el GIS se genera un mapa de pendientes.

Factor C

El factor C es usado para reflejar el efecto del uso de suelo y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo.

El Factor C se calcula tomando en cuenta valores del uso de suelo, como se muestra en la siguiente Tabla, a partir de la cual se genera un mapa vectorial para este factor.

Uso de suelo y vegetación	Causo
Zonas agropecuarias	0.80
Terreno baldío, matorral rosetófilo y crassicaule, zacatonal, zona lotificada sin construcciones, zonas sin vegetación aparente.	0.15
Zona inundable, vegetación secundaria, pastizal	0.12

Uso de suelo y vegetación	Causo
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) perturbado, bosque de pino perturbado, bosque de pino-oyamel (incluye oyamel-pino) perturbado, bosque de encino perturbado, bosque de oyamel perturbado, bosque mesófilo de montaña perturbado.	0.11
Bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), bosque pino-encino (incluye encino- pino), bosque de pino, bosque mesófilo de montaña	0.10
Vialidad, basurero, cuerpo de agua, infraestructura, asentamiento humano, canal o estanque.	0

Finalmente mediante una multiplicación de los cuatro mapas resultantes (Figura VIII. 14) mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS), se obtiene una representación gráfica que presenta las áreas de mayor presión por erosión hídrica en el sistema (Figura VIII.15).

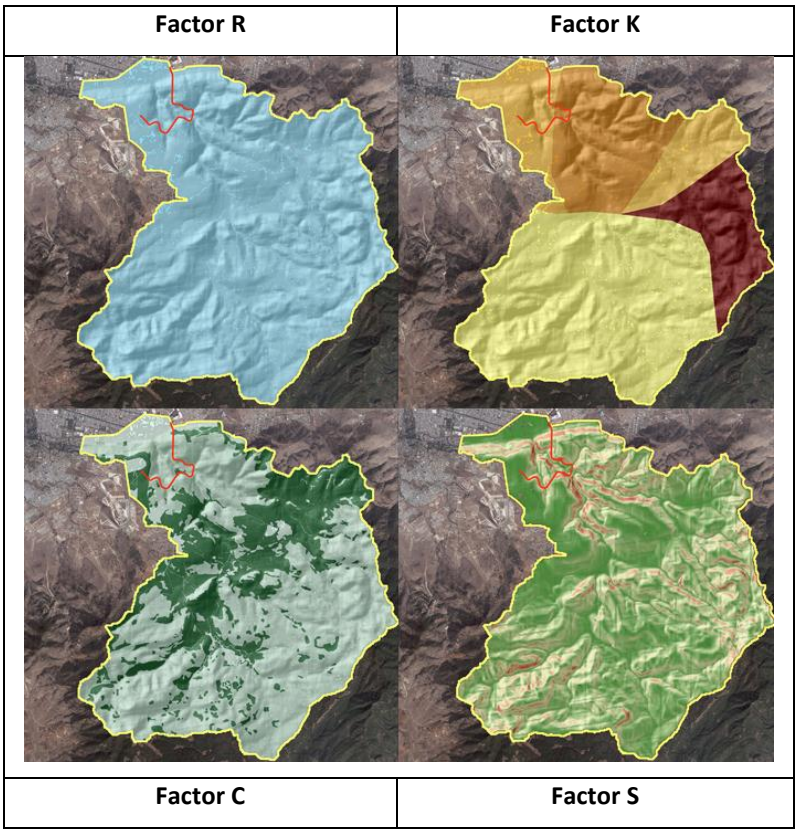


Figura VIII. 14. Mapas de cada uno de los factores que determinan el grado de erosión hídrica de acuerdo al método de RUSLE.

En la siguiente Tabla se muestran los rangos utilizados en esta clasificación

ALTO	El rango equivale a una pérdida de suelo mayor a las 200 ton/ha/año
MEDIO	El rango equivale a una pérdida de suelo entre las 51 y 200 ton/ha/año
BAJO:	El rango equivale a una pérdida de suelo entre 11 y 50 ton/ha/año
NULO:	El rango equivale a una pérdida de menos de 10 ton/ha/año

De acuerdo con el ejercicio realizado en esta MIA-R para evaluar el grado de erosión hídrica del suelo en el SAR delimitado, se observa que prácticamente todo el sistema se encuentra en riesgo de pérdida de suelo en un rango medio y alto, con excepción de las áreas poco elevadas y cercanas a la línea de costa, en donde la pérdida disminuye hasta un rango menor a 10 ton/ha/año.

VIII. 3. Método para la delimitación del medio biótico.

Para la descripción del medio biótico se llevaron a cabo dos estudios prospectivos, uno de flora y otro de fauna. A continuación se describen los principales métodos empleados y los principales resultados obtenidos con su desarrollo.

Metodología para determinar los usos de suelo y/o vegetación.

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación presentes en el Sistema ambiental Regional (SAR), definido para el proyecto, se consideraron los siguientes pasos:

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación presentes en el SAR definido para el proyecto, se consideraron los siguientes pasos:

1. Revisión de información en el (SAR): utilizando el SAR que se delimitó para el proyecto “Segunda Etapa del libramiento Sur de Morelia, Tramo Ramal Camelinas, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo”, se realizó una clasificación previa de los usos de suelo y/o vegetación con base en la información que reporta INEGI (2005) en este sentido.

2. Recorridos: Apoyados de GPS Garmin GPSMAP 60CSx, se realizaron recorridos por la superficie del SAR para confirmar y determinar la existencia o no de diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo (Clasificación supervisada).

3. Clasificación final: Cruzando los usos de suelo y/o vegetación que reporta INEGI para el SAR, con los recorridos de campo y apoyados en una imagen satelital de alta resolución se realizó una clasificación final de las asociaciones vegetales y los usos de suelo presentes en el SAR.

Dentro del SAR definido para el proyecto; se diferenciaron 9 unidades de uso de suelo y/o vegetación, la superficie ocupada por cada tipo de uso de suelo y su proporción correspondiente dentro del SAR se presenta en la Tabla VIII..4, mientras que su ubicación espacial se presenta en la figura VIII.15.

Tabla VIII. 4. Superficie por uso de suelo y/o vegetación identificado y porcentaje con respecto a la superficie total del SAR.

No.	Uso de suelo y/o vegetación	Clave	Superficie (m²)	Superficie (Ha)	%
1	Bosque de pino encino	BPQ	35,377,276.93	3,537.73	52.0
2	Agropecuario	AP	21,448,838.12	2,144.88	31.5
3	Matorral subtropical	MST	3,639,450.64	363.95	5.4
4	Zona urbana	ZU	2,942,851.07	294.29	4.3
5	Bosque de encino	BQ	1,917,748.03	191.77	2.8
6	Bosque cultivado	BC	1,742,654.21	174.27	2.6
7	Caminos	C	339,406.71	33.94	0.5
8	Bosque de pino	BP	251,999.17	25.20	0.4
9	Vegetación riparia	VR	235,816.74	23.58	0.3
10	Cuerpo de agua	CA	91,142.75	9.11	0.1
Total			**67,987,184.36**	**6,798.72**	**100.0**

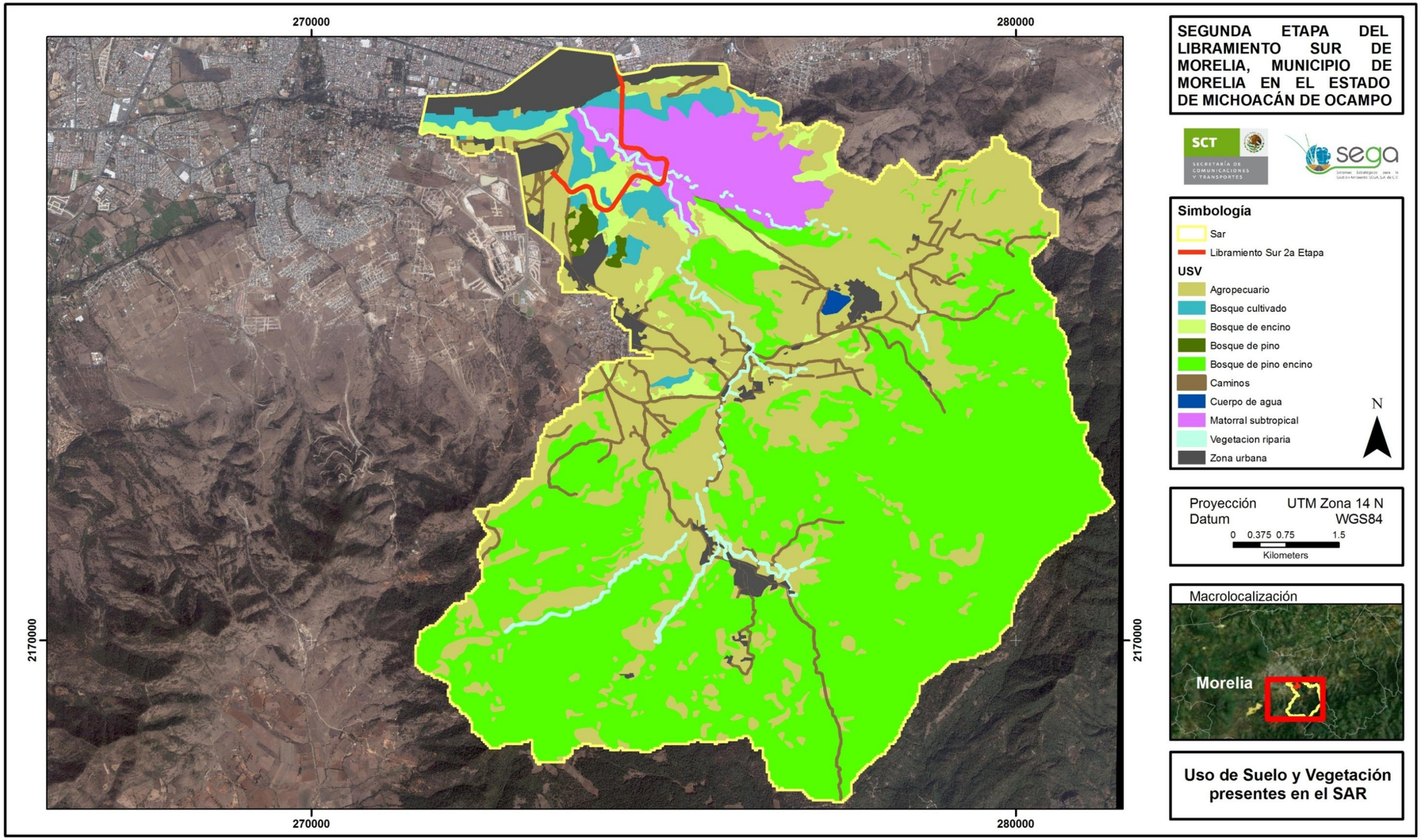


Figura VIII. 15. USV

VIII.3.1. Descripción de usos de suelo y/o vegetación

Para la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en el SAR se tomó como base lo que marca la Guía para la interpretación de cartografía específica de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2005), enriqueciéndose esta descripción con la información recabada en campo para cada uso de suelo y vegetación identificado. A continuación se presenta esta descripción, en orden de mayor a menor superficie de ocupación.

1. Bosque de pino-encino (BPQ): Un bosque se define como una vegetación arbórea de origen septentrional (holártico) principalmente de regiones de climas templado y semifrío. Por sus características ecológicas y fisonómicas, ha dado lugar a la clasificación de un gran número de tipos de vegetación. Se considera que un bosque es natural cuando depende del clima, del suelo de una región sin haber influido sensiblemente otros factores para su establecimiento. Se caracteriza por la poca variación de especies en estas comunidades. El BPQ es una comunidad de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp*) y encino (*Quercus spp*); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino-encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Al nivel del SAR es el tipo de vegetación de mayor distribución, ocurriendo en 3,537. 73 Ha (lo que representa el 52% de la superficie total del mismo. Dentro de las especies de pino que se identificaron se puede señalar a *Pinus pringlei*, *P. lawsonii* y P. *michoacana*;

mientras que de las especies de encino se pueden señalar a *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. glaucoides* y *Q. crassifolia*.

2. Agropecuario (AP): Al interior del SAR existen usos de suelo catalogados como pastizales inducidos y zonas agrícolas; sin embargo, teniendo en consideración que en ciertas temporadas algunas porciones de los pastizales son utilizados para cultivo de temporal así como la distribución heterogénea de estas áreas es prácticamente imposible establecer los límites o diferencias entre unos y otros; por consiguiente estos usos de suelo se agruparon en esta categoría denominada agropecuario. Al interior del SAR se registró ocupando 2,144.88 ha, que representan el 31.5% de la superficie total del mismo. Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes en los pastizales inducidos pueden citarse: *Paspalum Aristida, Bouteloa, Sporolobus,* entre otros; además pueden identificarse de manera aislada individuos de *Acacia farnesiana* y *A. pennatula*. Dentro de las principales especies domesticadas que se cultivan y que se identificaron durante los recorridos por el SAR se pueden señalar las siguientes: maíz, frijol y sorgo.

3. Matorral subtropical (MST): Comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia y los bosques templados (de Encino o Pino- Encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas, principalmente en el Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre del Sur. La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un periodo prolongado del año. Este tipo de matorrales generalmente se encuentran asociados a la actividad pecuaria, en el SAR no es la excepción; tal situación ha provocado su degradación y modificación de sus condiciones originales, esto se puede observar en la

presencia de especies del género Acacia. Dentro del SAR este tipo de vegetación cubre 363.95 ha (lo que representa el 5.4% de la superficie total del mismo). Dentro del MST identificado en el SAR los principales componentes son: *Bursera* spp. (Copales, Papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *A. farnesiana* y *Opuntia spp.*

4. Zona urbana (ZU): Se refiere a las zonas que están ocupadas por localidades o infraestructura urbana que resultan significativas a la escala del SAR. Dentro del SAR se distribuyen varias áreas de este tipo, destacando la porción sur de la ciudad de Morelia, ubicada al norte y noroeste del SAR; así como las poblaciones de San Miguel del Monte y San José de las Torres; ubicadas al sur y este del SAR respectivamente. Este uso de suelo se distribuye en una superficie de 294.29 ha (4.3% con respecto a la superficie total del SAR).

5. Bosque de encino (BQ). Estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 metros de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas. Las especies más comunes de estas comunidades son: encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (Q. crassipes), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo *(Q. mexicana*), *Q. glaucoides, Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides* (INEGI, 2005). Por las características de los encinares en el SAR, estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso

doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez se van incorporando a la actividad agrícola y pecuaria. En el SAR, este tipo de vegetación está pobremente representada, ya que solamente ocurre en 191.77 ha (2.8% de la superficie total del SAR) y con una distribución en forma de manchones aislados en la porción noreste del mismo. Las principales especies obervadas en este uso de suelo son: *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. glaucoides*, *Q. crassifolia, Arbutus xalapensis;* esporádicamente se pueden identifcar algunos individuos de *Pinus pringlei*; y conforme su distribución se acerca a las riberas de los arroyos se pueden apreciar algunos individuos de *Bursera spp*, *Opuntia spp* y *Alnus acuminata*.

6. Bosque cultivado (BC): Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Estas comunidades se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general con especies exóticas; conforme a la terminología que maneja la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable este uso de suelo sería el equivalente a plantaciones forestales con especies exóticas. Algunas de las especies, según su adaptabilidad que más se cultivan son: pino (*Pinus spp.*), eucalipto (*Eucaliptus spp.*), cedro (*Cupressus spp.*), casuarina (*Casuarina sp.*), pirul (*Schinus molle*), álamo o chopo (*Populus spp.*), fresno (*Fraxinus sp.*), aile (*Alnus sp.*), entre otros (INEGI, 2005). En el SAR este uso de suelo ocupa una superficie de 174.27 ha (2.6% con respecto a la superficie total del mismo); las principales especies utilizadas son: *Eucalyptus camaldulensis* y *E. Globulus;* en menor proporción se puede apreciar *Casuarina equisetifolia* y *Cupressus lindleyi (C. lusitanica).*

7. Caminos (C): Se refiere a los diferentes caminos de terracería y asfaltados que conducen a las zonas urbanas ubicadas dentro del SAR; abarcan una superficie total de 33.94 ha que representa el 0.5% de la superficie total del mismo.

8. Bosque de pino (BP): Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género *Pinus*, de amplia distribución y con aproximadamente 49 especies, 18 variedades, 2 subespecies en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Dentro del SAR el BP identificado es producto de reforestación; las especies que lo constituyen son *Pinus lawsonii*, *P. pringlei* y *P. leiophylla*. Su distribución se restringe a solamente 25.20 ha (0.4% de la superficie total del SAR).

9. Vegetación riparia (VR): Comunidad arbórea que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorables. Este tipo de vegetación es de gran importancia dada su función como corredor biológico, por el aporte de nutrientes así como en la estabilización de suelos y riberas de ríos y arroyos (INEGI, 2005). Dentro del SAR este tipo de vegetación está constituida principalmente por: *Salix bonplandiana* (sauce), *S. aeruginosa* (sauce), *Alnus acuminata* (aile) y *Fraxinus uhdei* (fresno). En el SAR su distribución es discontinua, pudiéndosele encontrar en las riberas del río denominado “Chiquito”; ocurriendo en una superficie estimada de 23.58 ha (0.3 % de la superficie total del SAR).

10. Cuerpos de agua (CA): Un cuerpo de agua es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce. Este tipo de uso de suelo en el SAR corresponde al conformado por la construcción de un pequeño represo en la parte centro este del SAR colindando con la población de San José de las Torres, que por las características de la zona es utilizada para el abastecimiento de las áreas de cultivo y uso pecuario. Ocupa una superficie de 9.11 ha, que representan el 0.10% de la superficie total del SAR.

Conforme a la revisión bibliográfica; los estudios, diagnósticos de campo y a los resultados obtenidos en el presente capítulo, en el SAR se identificaron un total de 166 especies. La revisión del estatus de especies bajo categorías de protección se realizó conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Del total de especies identificadas se registraron 13 enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la citada norma. En la Tabla VIII.5. Se presenta el listado de las especies de flora silvestre que se identificaron en el SAR definido para el proyecto.

Tabla VIII. 5. Listado florístico de especies reportadas en el SAR definido para el proyecto.

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
1		*Dicliptera peduncularis*	Acanthaceae	
2	Palma china	*Yucca filifera*	Agavaceae	
3	Agapando	*Agapanthus africanus*	Amaranthaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
4	Quelite, Quintonil	*Amaranthus hybridus*	Amaranthaceae	
5	Siempreviva	*Gomphrena decumbens*	Amaranthaceae	
6	Maguey Arbusto	*Agave inaequidens*	Amaryllidaceae	
7	Bembericua	*Rhus radicans*	Anacardiaceae	
8		*Rhus trilobata*	Anacardiaceae	
9	Pirul	*Schinus molle*	Anacardiaceae	
10	Aceitillo	*Ilex tolucana*	Aquifoliaceae	
11	Romerillo, venenillo	*Asclepia linaria*	Asclepiadaceae	
12		*Aster moranensis*	Asteraceae	
13	Hierba del carbonero	*Baccharis conferta*	Asteraceae	
14		*Baccharis salicifolia*	Asteraceae	
15	Aceitilla blanca	*Bidens odorata*	Asteraceae	
16	Prodigiosa	*Brickellia secundiflora*	Asteraceae	
17	Mirasol	*Cosmos bipinnatus*	Asteraceae	
18	Arnica blanca	*Erigeron delphinifolius*	Asteraceae	
19	Hierba del ángel	*Eupatorium collinum*	Asteraceae	
20	Flor de cedazo	*Eupatorium pazcuarense*	Asteraceae	
21	Hierba del ángel	*Eupatorium petiolare*	Asteraceae	
22	Gordolobo	*Gnaphalium attenuatum*	Asteraceae	
23	Gordolobo	*Gnaphalium oxyphyllum*	Asteraceae	
24	Panalillo	*Jaegeria hirta*	Asteraceae	
25	Ojo de perico	*Melampodium perfoliatum*	Asteraceae	
26	Zopastle	*Montanoa tomentosa*	Asteraceae	
27	Pápalo, papaloquelite	*Porophyllum coloratum*	Asteraceae	
28	Hierba del venado	*Porophyllum viridiflorum*	Asteraceae	
29	Hierba de San Nicolás, jarilla	*Stevia salicifolia*	Asteraceae	
30	Pericón	*Tagetes lucida*	Asteraceae	
31	Anís	*Tagetes micrantha*	Asteraceae	
32	Diente de León	*Taraxacum officinali*	Asteraceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
33	Girasol silvestre	*Tithonia tubiformis*	Asteraceae	
34	Memelilla, apapatlaco	*Verbesina oncophora*	Asteraceae	
35	Vara amarilla	*Viguiera budleiiformis*	Asteraceae	
36		*Zinnia angustifolia*	Asteraceae	
37	Gordolobo	*Gnaphallium viscosum*	Asteraceae	
38	Aile	*Alnus acuminata*	Betulaceae	
39	Aile	*Alnus jorullensis*	Betulaceae	
40	Jacaranda	*Jacaranda mimosaefolia*	Bignoniaceae	
41	Cameri, Retama	*Tecoma stans*	Bignoniaceae	
42	Capulin cimarron, Tepoyan	*Ehretia latifolia*	Bombacaceae	
43	Orquídea	*Tillandsia prodigiosa*	Bromeliaceae	
44	Copal	*Bursera cuneata*	Burseraceae	
45	Papelillo	*Bursera fagaroides*	Burseraceae	
46	Nopal	*Opuntia fuliginosa*	Cactaceae	
47	Joconol	*Opuntia ioconostle*	Cactaceae	
48	Cardenal	*Lobelia cardinalis*	Campanulaceae	
49	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	Casuarinaceae	
50	quesadilla	*Commelina coelestris*	Commelinaceae	
51	Tripa de pollo	*Cuscuta mitraeformis*	Convolvulaceae	
52	Casahuate	*Ipomea murucoides*	Convolvulaceae	
53	Manto de la Virgen	*Ipomea puspurea*	Convolvulaceae	
54		*Cornus disciflora*	Cornaceae	
55		*Cornus excelsa*	Cornaceae	
56	Calabaza	*Cucurbita pepo*	Cucurbitaceae	
57	Cedro blanco	*Cupressus lusitanica*	Cupressaceae	Protección Especial
58	Tulillo	*Cyperus seslerioides*	Cyperaceae	
59		*Eleicharis dombeyana*	Cyperaceae	
60	Madroño	*Arbutus xalapensis*	Ericaceae	
61	Solimán	*Croton adspersus*	Euphorbiaceae	
62	Sunujkura	*Croton calvescens*	Euphorbiaceae	
63	Higuerilla	*Ricinus comunis*	Euphorbiaceae	
64	Acacia	*Acacia angustissima*	Fabaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
65	Huizache	*Acacia farnesiana*	Fabaceae	
66	Tepame	*Acacia pennatula*	Fabaceae	
67	Cabello de ángel	*Calliandra grandiflora*	Fabaceae	
68		*Crotalaria pumila*	Fabaceae	
69	Sonaja	*Crotalaria rotundifolia*	Fabaceae	
70		*Dalea clifortiana*	Fabaceae	
71		*Dalea foliosa*	Fabaceae	
72		*Dalea sericea*	Fabaceae	
73	Pega pega	*Desmodium tortuosum*	Fabaceae	
74	Colorín	*Erythrina coralloides*	Fabaceae	Amenazada
75	Palo dulce	*Eysenhardtia polystachya*	Fabaceae	
76		*Macroptilium gibbosifolium*	Fabaceae	
77		*Marina nutans*	Fabaceae	
78		*Mimosa albida*	Fabaceae	
79		*Mimosa biuncifera*	Fabaceae	
80	Ayocote	*Phaseolus coccineus*	Fabaceae	
81	Frijol silvestre	*Phaseolus vulgaris*	Fabaceae	
82	Mezquite	*Prosopis laevigata*	Fabaceae	
83		*Senna multiglandulosa*	Fabaceae	
84		*Senna septentrionalis*	Fabaceae	
85	Trébol	*Trifolium repens*	Fabaceae	
86	Encino blanco	*Quercus castanea*	Fagaceae	
87	Encino aile	*Quercus crassifolia*	Fagaceae	
88	Encino	*Quercus crassipes*	Fagaceae	
89	Encino prieto	*Quercus deserticola*	Fagaceae	
90	Encino	*Quercus glaucoides*	Fagaceae	
91	Encino	*Quercus magnolifolia*	Fagaceae	
92	Encino roble	*Quercus obtusata*	Fagaceae	
93	Encino blanco, encino prieto, encino rosillo	*Quercus scitophylla*	Fagaceae	
94		*Garrya laurifolia*	Garryaceae	
95		*Gentiana caliculata*	Gentianaceae	Protección Especial

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
96		*Gentiana spathacea*	Gentianaceae	Protección Especial
97		*Phacelia platycarpa*	Hydrophyllaceae	
98		*Wigandia urens*	Hydrophyllaceae	
99	Toronjil	*Agastache mexicana*	Labiatae	
100		*Prunella vulgaris*	Labiatae	
101	Chia	*Salvia hispanica*	Labiatae	
102	Torongiz	*Salvia lavanduloides*	Labiatae	
103		*Salvia polystachya*	Labiatae	
104	Pata de león	*Leonotis nepetifolia*	Lamiaceae	
105		*Litsea glaucescens*	Lauraceae	Peligro de Extinción
106	Sinicuiche	*Heimia salicifolia*	Lythraceae	
107		*Magnolia schiedeana*	Magnoliaceae	Amenazada
108	Juriata eranchi, Malva, Quesitos	*Malva parviflora*	Magnoliaceae	
109	Malvilla	*Sida rhombifolia*	Malvaceae	
110	Nogalillo	*Cedrela dugesii*	Meliaceae	Protección Especial
111	Eucalipto	*Eucalyptus camaldulensis*	Myrtaceae	
112	Eucalipto	*Eucalyptus globulus*	Myrtaceae	
113	Pico de pájaro	*Forestiera phillyreoides*	Oleaceae	
114	Fresno	*Fraxinus uhdei*	Oleaceae	
115	Perita, Aretillo	*Lopezia racemosa*	Onagraceae	
116	Orquídea	*Laelia speciosa*	Orchidaceae	Protección Especial
117	Elotillo	*Conopholis alpina*	Orobanchaceae	
118		*Oxalis albicans*	Oxalidaceae	
119	Chicalote	*Argemone ochroleuca*	Papaveraceae	
120	Pino	*Pinus lawsonii*	Pinaceae	
121	Pino tarasco	*Pinus martinezii*	Pinaceae	Protección Especial
122	Pino	*Pinus greggi*	Pinaceae	
123	Pino lacio	*Pinus michoacana*	Pinaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
124	Pino	*Pinus oocarpa*	Pinaceae	
125	Pino	*Pinus pringlei*	Pinaceae	
126		*Aristida schiedeana*	Poaceae	
127		*Axonopus arsenei*	Poaceae	
128		*Bouteloua curtipendula*	Poaceae	
129		*Brachiaria meziana*	Poaceae	
130		*Bromus dilichocarpus*	Poaceae	
131		*Cynodon dactylon*	Poaceae	
132		*Digitaria ternata*	Poaceae	
133		*Eleusine multiflora*	Poaceae	
134		*Hilaria cenhroides*	Poaceae	
135		*Lycurus phalaroides*	Poaceae	
136	Bambú	*Otatea acuminata*	Poaceae	
137	Pasto	*Paspalum notatum*	Poaceae	
138	Pasto	*Rhynchelytrum repens*	Poaceae	
139	Pasto	*Sorghum halepense*	Poaceae	
140	Pasto	*Sporolobus indicus*	Poaceae	
141		*Tripsacum zopilotense*	Poaceae	Protección Especial
142	Espinosilla	*Loeselia mexicana*	Polemoniaceae	
143		*Monnina ciliolata*	Polygalaceae	
144	Lengua de vaca	*Rumex crispus*	Polygonaceae	
145	Helecho	*Adiantum aleuticum*	Pteridaceae	
146	Granjeno	*Condalia velutina*	Rhamnaceae	
147	Tejocote	*Crataegus pubescens*	Rosaceae	
148	Capulín	*Prunus serotina*	Rosaceae	
149		*Mitracarpus hirtus*	Rubiaceae	
150	Zapote blanco	*Casimiroa edulis*	Rutaceae	
151	Sauce	*Salix aeruginosa*	Salicaceae	
152	Sauce	*Salix bonplandiana*	Salicaceae	
153	Cresta de gallo	*Castilleja arvensis*	Scrophulariaceae	
154		*Penstemon sp.*	Scrophulariaceae	

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOM-059-SEMARNAT-2010
155		*Selaginella porphyrospora*	Selaginellaceae	Peligro de Extinción
156		*Cestrum fulvescens*	Solanaceae	
157		*Cestrum lanatum*	Solanaceae	
158	Jaltomate	*Jaltomata procumbens*	Solanaceae	
159	Tabaquillo	*Nicotiana glauca*	Solanaceae	
160	Tomatillo	*Physalis chenopodiifolia*	Solanaceae	
161	Gloria, Ma. Luisa	*Solanum dulcamaroides*	Solanaceae	
162		*Solanum nigricans*	Solanaceae	
163		*Styrax argenteus*	Styracaceae	
164	Tilia	*Tilia mexicana*	Tiliaceae	Peligro de Extinción
165		*Valeriana pratensis*	Valerianaceae	Protección Especial
166	Uña de gato	*Lantana camara*	Verbenaceae	

VIII.3.2. Usos de suelo y vegetación en las superficies de afectación producto de la construcción del proyecto.

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación que se desarrollan en las superficies que serán afectadas con la construcción del proyecto carretero se consideraron los siguientes pasos:

1. Revisión de información en las superficies específicas

Se utilizó una imagen de satélite de alta resolución para realizar una clasificación no supervisada de las asociaciones vegetales y los usos de suelo; en todas y cada una de las áreas que forman parte de las superficies consideradas para la construcción del proyecto.

2. Recorridos de campo

Apoyados de GPS Garmin etrex, se realizaron recorridos por las superficies para confirmar, y determinar la existencia o no de diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo en cada una de las fracciones de terreno consideradas (Clasificación supervisada).

3. Levantamiento de información florística

Finalmente, se levantaron sitios de muestreo en campo para obtener información sobre las características de la estructura y composición de cada uno de los tipos de vegetación identificados en las superficies necesarias para la construcción del proyecto en cuestión.

4. Características del muestreo

Para el levantamiento de la información de campo se diseñó un sistema de muestreo estratificado dirigido sobre las superficies cubiertas con vegetación forestal; los sitios se distribuyeron al azar.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000).

Considerando que el trazo de la carretera implica una afectación lineal, se adaptó el tamaño y forma de los sitios para conferir un mayor tamaño de muestra y una mayor fiabilidad estadística, el tamaño y forma de los sitios propuesto fue el siguiente:

Sitios de muestreo principal de 10 x 50 para el levantamiento de la información correspondiente a las especies con diámetros mayores a 7.5 cm; y sitios de 5 x 5 anidados al interior del sitio de muestreo principal para la caracterización del estrato arbustivo y herbáceo.

La revisión del estatus de especies bajo categorías de protección se realizó conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se utilizaron formatos previamente elaborados donde los atributos que se consideraron son: Nombre común, Diámetro a la altura del pecho y Altura total.

VIII.3.3 Diagnóstico de fauna silvestre.

1. Presentación

Los resultados descritos a continuación son producto del análisis de los resultados del muestreo de vertebrados realizado en el SAR del proyecto denominado Segunda Etapa del Libramiento Sur de Morelia, Municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo. En este informe se incluye información sobre la diversidad faunística presente en la zona donde se pretenden realizar las obras, así como la identificación del estado de conservación de las especies registradas con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 e IUCN, además de indicar los endemismos y la abundancia relativa de las mismas.

2. Introducción.

2.1 Antecedentes

Uno de los objetivos esenciales en un estudio de impacto ambiental, es analizar las diferentes comunidades faunísticas para establecer medidas preventivas y de ayuda para preservarlas como un recurso natural importante y que sigan siendo excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico.

De acuerdo a la guía para elaborar manifestaciones de impacto ambiental, modalidad regional, son tres los objetivos fundamentales para llevar a cabo la evaluación de fauna:

1) Determinar la composición de las comunidades de fauna presentes en el área de estudio,

2) identificar a las especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional,

3) identificar a las especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que están fuera de algún régimen de protección.

Para cumplir con estos objetivos, es necesario hacer una selección de los grupos faunísticos que serán sujetos a evaluación y para ello, se deben considerar los siguientes aspectos:

Existe una "dificultad taxonómica" derivada de que México es considerado un país megadiverso y del pobre conocimiento que se tiene sobre la presencia y distribución de la mayoría de grupos taxonómicos en México. Ello se traduce en la dificultad para clasificar a los organismos —tarea propia de especialistas y que en muchas ocasiones sólo puede realizarse en laboratorio— y en la dificultad para el

muestreo, al no conocerse bien el comportamiento de los organismos. Esta limitación se manifiesta sobre todo en los invertebrados, que son los más abundantes y diversos del planeta.

La "escala espacial de su distribución": el espacio vital de ciertos grupos, como es el caso de muchos invertebrados, es muy reducido y presenta grandes variaciones a pequeñas escalas, por lo cual resulta muy costoso y en parte inútil realizar muestreos exhaustivos para áreas relativamente extensas como un trazo carretero. Por otro lado, existentes especies que presentan muy bajas abundancias y que mantienen territorios extremadamente grandes.

La "estacionalidad". Determinadas especies tienen su etapa adulta (en muchas ocasiones la más visible), reducida a un período de tiempo muy corto, presentándose el resto del año como formas resistentes (p.ej. huevos, larvas, etc), que resultan imposibles de clasificar para quien no es especialista en el tema. El estudio de estas especies implicaría muestreos casi continuos a lo largo del ciclo anual, con las dificultades que esto implica. Otra limitante asociada con la temporalidad la presentan especies con movimientos latitudinales o longitudinales cíclicos (migraciones), con lo cual su registro no es posible excepto durante ciertas temporadas al año. O bien, el incremento generalizado en la actividad de los reptiles y anfibios durante la temporada de lluvias.

Por lo anterior, en el momento de definir el grupo faunístico "indicador" de la situación del ambiente, hay que tener en cuenta las limitaciones anteriormente señaladas. En este caso se seleccionaron cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, mamíferos y aves, que son relativamente fáciles de muestrear y que se han tipificados como excelentes indicadores de la estabilidad de una zona determinada.

Es importante tener en cuenta que cuando realizamos el trabajo de campo para la caracterización de un sistema ambiental existen limitaciones de espacio, tiempo y esfuerzo que impiden reconocer las características específicas de cada uno de los aspectos abióticos y además, tener un muestreo total de las especies que integran al ecosistema. Por esta razón, el muestreo de fauna nos permitió compilar la mayor información posible sobre la comunidad de vertebrados existentes en el sitio, misma que fue completada con literatura. Los listados de la avifauna, mastofauna y herpetofauna de presencia potencial en el sitio se obtuvieron de varias fuentes bibliográficas, siendo las más importantes las bases de datos de distribución de especies del World Wildlife Fund, Integrated Taxonomic Information System para Norteamérica, la guía de aves de México y norte de Centroamérica de Howell y Webb (1995) y el libro de los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y Oliva 2005).

3. Objetivos

Para dar cumplimiento a los requerimientos de información para la elaboración de la manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, en este estudio se cubrieron los siguientes objetivos:

i. Se ubicó en un contexto biogeográfico la fauna presente en el área del proyecto.

ii. Se realizó un inventario de las especies presentes en el SAR.

iii. Se determinó el estatus de vulnerabilidad conforme a la legislación nacional vigente, así como la distribución espacial y temporal de las especies registradas.

4. Métodos.

4.1 Trabajo de campo

Con el apoyo de material de trabajo especializado, además de guías de campo de los distintos grupos de vertebrados a evaluar, se realizaron recorridos matutinos y vespertinos en los diferentes hábitats presentes en el SAR con la finalidad de obtener registros directos (visuales) e indirectos (cantos, rastros de huellas, excretas, mudas de serpientes, huesos, partes del cuerpo, madrigueras, etc.) de las distintas especies presentes en el. De manera simultánea al listado taxonómico que se iba generando, se elaboró un registro fotográfico de las especies observadas, con la finalidad de realizar posteriormente un anexo así como una verificación de la identificación de los registros obtenidos (Anexo 4).

Herpetofauna

Para el registro de la herpetofauna se realizaron recorridos a pie realizando reconocimientos en el campo mediante el método de encuentro por inspección visual (VES), que consiste en una búsqueda intensiva en todos los microhábitats posibles donde se conoce pueden habitar los anfibios y reptiles (sobre y debajo de rocas, debajo y sobre troncos, debajo de hojarasca, así como dentro de grietas, cuerpos de agua, entre otros) y el cual ha sido utilizado por Salazar (2001), Xelano (2004), Solano (2008), Caviedes (2009) y Roth-Monzón (2010).

El material para la recolecta de ranas, sapos, lagartijas, tortugas, culebras y víboras se emplearon ganchos herpetológicos, barretas, tong, ligas de plástico, una red de acuario, pinzas de disección de 30 cm, sacos de manta y/o bolsas de plástico, GPS, libreta de campo y cámara fotográfica. El método de captura

depende del organismo a recolectar; ranas, sapos, lagartijas, tortugas y culebras pueden tomar con la mano, aunque en ocasiones las ranas y sapos se toman con una red de acuario, mientras que las lagartijas pueden ser atrapadas golpeándolas suavemente con ligas de plástico. Las serpientes (tanto culebras y víboras) pueden ser recolectadas con un gancho herpetológico, o en su defecto con las pinzas de disección o el tong.

Durante los recorridos en el sitio de muestreo se tomaron momentáneamente algunos individuos de ciertas especies, con la intención de revisar la escutelación (arreglo, forma y número de escamas), y así tener una certera determinación de la especie, así como para obtener fotografías de los mismos, pero sin sacrificar a ningún ejemplar.

La determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles se realizó con literatura especializada, tal como lo son los trabajos elaborados por Smith y Taylor (1966) y Hillis y Frost (1985).

Para la elaboración del listado taxonómico se siguió el arreglo del catálogo de autoridades taxonómicas de los anfibios CONABIO (comp.) 2009a, el catálogo de las autoridades taxonómicas de los reptiles, CONABIO (comp.) 2009b. Los nombres comunes para cada una de las especies se basan en lo propuesto por Liner y Casas-Andreu (2008).

Mastofauna

Para la toma de registros en campo se efectuaron caminatas buscando rastros en el suelo, sobre rocas y en árboles, además de ir revisando madrigueras y seleccionando sitios donde pudiesen colocarse trampas tipo “Tomahawk” y tipo

"Sherman". Las trampas para mamíferos medianos (Tomahawk) se cebaron con latas de sardina y las de mamíferos pequeños (Sherman) con avena. Las diferentes trampas fueron repartidas de manera homogénea en cada una de las diferentes unidades ambientales presentes en el SAR.

Los ejemplares capturados en las diferentes trampas fueron fotografiados, identificados y liberados en el mismo punto donde se colectaron. Para corroborar la identificación de los ejemplares colectados en campo, nos apoyamos en Ceballos y Oliva (2005), y para los rastros, excretas y huellas en Aranda (2000). Basándose en estos datos, se obtuvo un listado de las especies de mamíferos terrestres. El arreglo sistemático de las especies está fundamentado en Ramírez-Pulido *et al.,* (2005).

Avifauna

Para el registro de aves se utilizó el método de "búsqueda intensiva" descrito en Ralph *et al*. (1996) y que consiste en realizar caminatas libres para el registro e identificación visual de especies mediante el uso de binoculares (10x50), o acústica mediante el registro de cantos y llamados. Como una técnica complementaria de muestreo, se utilizaron redes ornitológicas de 12 metros de largo y 3 cm. de luz de malla. La utilización de redes incrementa la posibilidad de detección de especies de aves poco conspicuas, y fueron colocadas en lugares estratégicos principalmente en los más conservados, los ejemplares capturados fueron liberados *in situ*, inmediatamente después de ser identificadas.

Este trabajo se apoyó con un telescopio Nikon ED 82 mm montado a una cámara Nikon D100, con lo cual fue posible obtener algunas fotografías de aves ubicadas

a gran distancia del observador. Además, durante las noches se realizaron recorridos para determinar la presencia de estrígidos (búhos) y caprimúlgidos (tapacaminos o chotacabras). Para ello se empleó la técnica de "reclamo" (playback), que consiste en emitir las vocalizaciones de las especies de distribución potencial en la zona, utilizando grabaciones digitales (Library of Natural Sounds, Cornell Lab of Ornithology) que son reproducidas utilizando un reproductor "Ipod" y un amplificador con un sistema de bocinas externo.

Para la identificación de las aves se utilizaron las guías de campo de Howell y Webb (1995), Sibley (2000), Kaufman (2005), National Geographic (2006), en tanto que los criterios taxonómicos utilizados para las aves fueron el check list del American Ornitologist's Union (1998) con sus respectivas actualizaciones.

4.2 Trabajo de gabinete

La información obtenida en las salidas realizadas al campo se compiló digitalmente en hojas de excel, siguiendo un orden sistemático para diferenciar las especies e individuos observados en cada día de trabajo (Anexo 4).

Por otra parte, para conocer si existen especies en alguna categoría de riesgo y/o endémicas que se encuentran protegidas por la ley con las que deban tenerse consideraciones especiales, se determinó la categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), así como también los criterios empleados por la Unión internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN). Para determinar la presencia y estacionalidad de las aves y mamíferos en la región, se consultó también a la literatura especializada, (Howell y Webb 1995; Aranda 2000; Ceballos y Oliva 2005; y Dunn y Alderfer, 2006).

Para realizar el análisis de abundancia relativa de las especies registradas en la zona se tomó en cuenta el número de días en que se observó a la especie y la frecuencia en que fueron observadas obteniendo un índice de frecuencia relativa. A partir de lo anterior se determinaron tres categorías de abundancia, Raras (R), Comunes (C), y Abundantes (A).

5. Resultados.

En el SAR se registró —para las cuatro clases de vertebrados terrestres sujetas a evaluación— un total de 19 ordenes, 2 subordenes, 48 familias y 130 especies de fauna silvestre, que representan alrededor del 4.45% del total de vertebrados terrestres que alberga México (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004; Navarro-Sigüenza y Peterson, 2004; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

La clase Amphibia estuvo representada por 5 especies, agrupadas en cuatro familias y dos órdenes; la clase Reptilia por 11 especies, cuatro familias, dos sub-órdenes y dos órdenes, la Mammalia por 23 especies en 13 familias y siete órdenes y por último, para la clase Aves se registró un total de 91 especies, incluidas en 27 familias y ocho órdenes.

Con el registro de las 130 especies de vertebrados para la zona, se estimó la proporción de especies por cada clase, encontrando que la clase con mayor riqueza fueron las Aves, con el 70% del total registrado, seguido por las clases Mammalia con el 17.69%, posteriormente la clase Reptilia con el 8.46% y por último la clase Amphibia, con el valor más bajo de especies, 3.85% (Figura VIII.16).

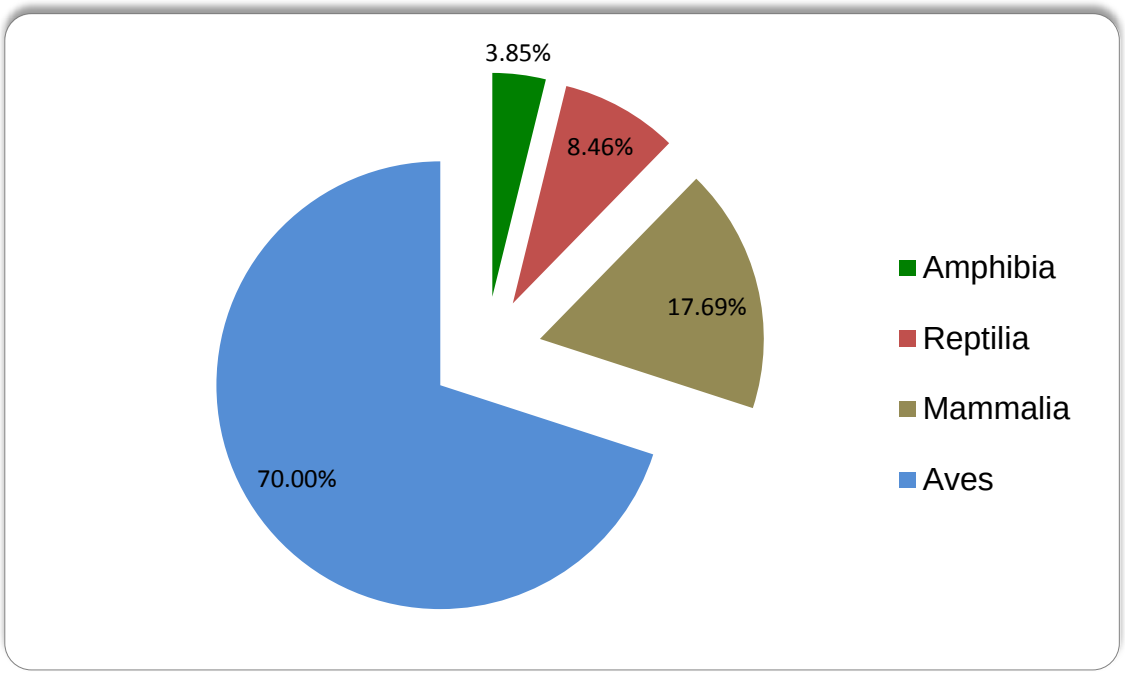


Figura VIII. 16. Porcentaje de especies identificadas por clase de vertebrados, para el SAR del proyecto.

De las 130 especies totales registradas en este inventario, 13 (10%) están incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), agrupándose de la siguiente manera: 10 (7.70%) especies en la categoría de Protección Especial (Pr), tres (2.30%) dentro de la categoría Amenazada (A) y las restantes 117 especies (90%) no se encuentran protegidas por la legislación nacional. A continuación se muestra una gráfica con las proporciones estimadas para cada categoría de protección respecto al total de especies (Figura VIII.17).

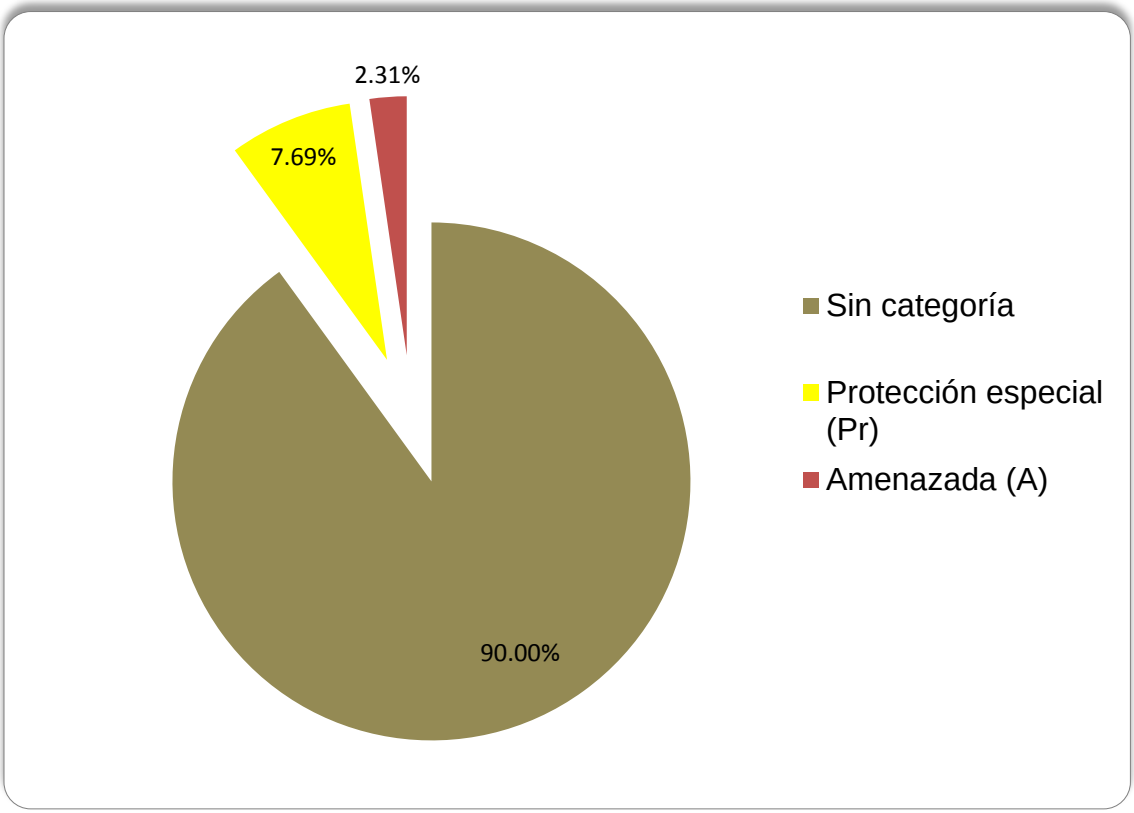


Figura VIII. 17. Proporción de especies por categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 10 especies consideradas en la categoría Pr, dos son de organismos incluidos en la clase Amphibia, tres en la clase Reptilia y cinco en la clase Aves; tres fueron las especies enlistadas en la categoría A, una perteneciente a la clase Amphibia y dos a la Reptilia. Ningún organismo perteneciente a la clase mammalia estuvo incluido en el listado de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La siguiente Tabla muestra la lista de especies por clase de vertebrados en alguna categoría de conservación de acuerdo a la NOM 059 SEMARNAT 2010. A- Amenazada, Pr- Protección especial (SEMARNAT 2010).

Taxa	Nombre común	NOM 059
CLASE AMPHIBIA		
Eleutherodactylus	Ranita de Pátzcuaro	Pr
Lithobates neovolcanicus	Rana leopardo neovolcánica	A
Ambystoma ordinarium	Achoque michoacano	Pr
CLASE REPTILIA		
Pituophis deppei	Cincuate mexicano	A
Salvadora bairdii	Culebra chata de Baird	Pr
Thamnophis scaliger	Jarretera alpina cola-corta	A
Crotalus molossus	Cascabel serrana	Pr
Kinosternon integrum	Casquito de fango mexicana	Pr
CLASE AVES		
Accipiter striatus	Gavilán pecho-rufo	Pr
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr
Falco columbarius	Halcón esmerejón	Pr
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr

Considerando las 130 especies registradas para las cuatro clases de vertebrados analizadas en el SAR, 20 de ellas (15.38%) son endémicas de México. Para la

clase Amphibia se registraron cuatro especies, para la Reptilia 10, en Mammalia dos y por último, para la clase Aves cuatro especies.

Con relación a la estacionalidad, el 81.54% de la riqueza total observada corresponde a especies residentes, y el restante 18.46% a migratorias. La clase Aves fue la única que además de especies residentes contribuyó con especies migratorias (Figura VIII.18).

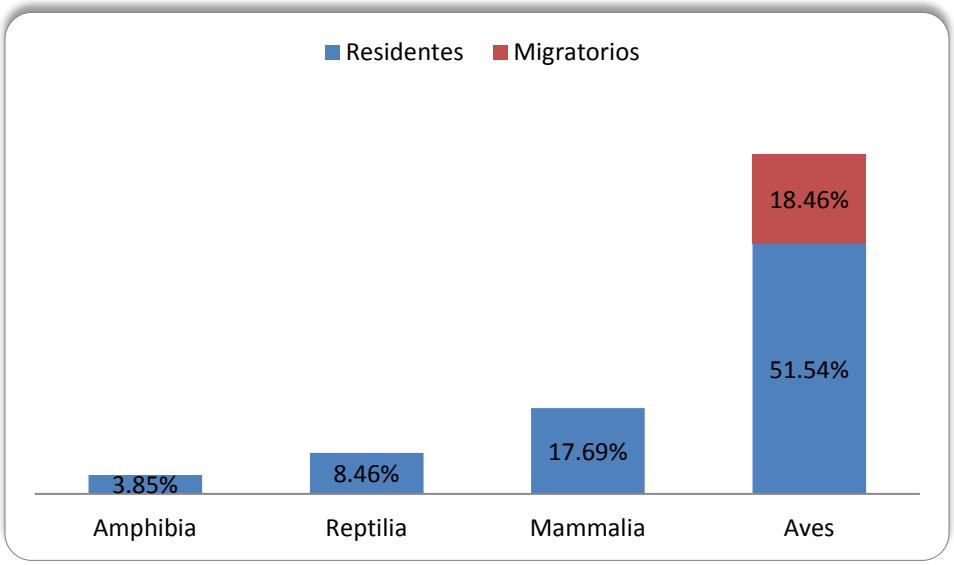


Figura VIII. 18. Proporción de especies residentes y migratorias por clase de vertebrados, para el SAR del proyecto.

En relación a las categorías de abundancia asignadas a cada una de las especies registradas en el campo, se consideraron Raras (R) el 23.85% (un anfibio, siete reptiles, nueve mamíferos y 14 aves), Comunes (C) el 55.38% (tres anfibios, dos reptiles, 10 mamíferos y 57 aves); y Abundantes (A) el 20.77% (un anfibio, dos reptiles, cuatro mamíferos y 20 aves; Figura VIII.19).

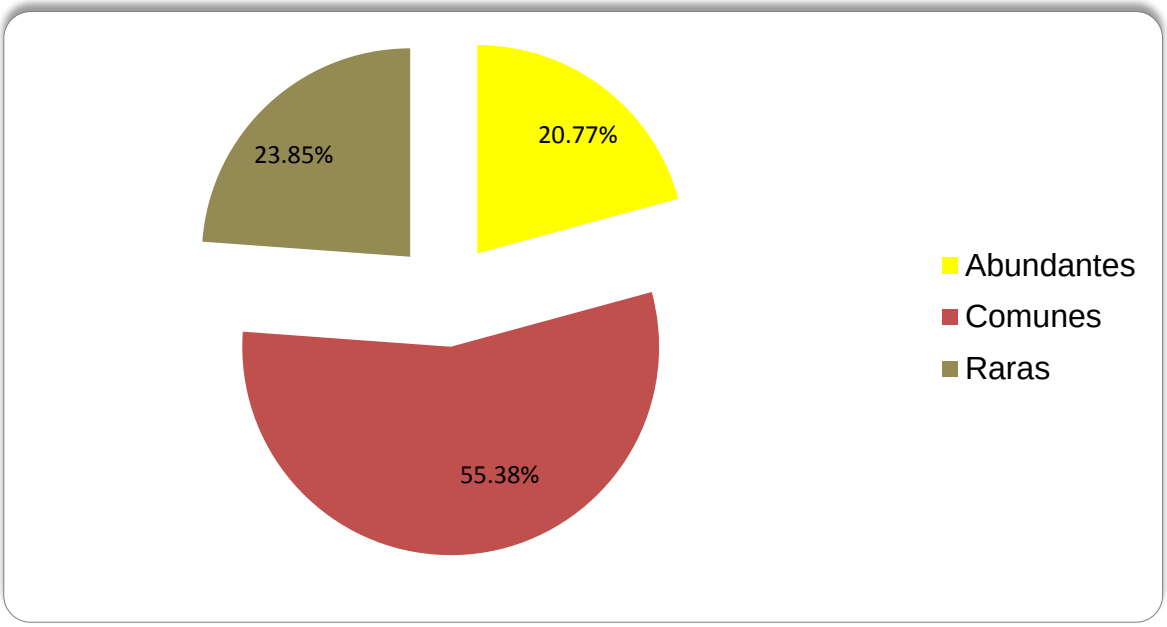


Figura VIII. 19. Proporción de la abundancia de las especies registradas.

Herpetofauna

Con base en las 224 especies de anfibios y reptiles establecidas para el Estado de Michoacán por Ochoa Ochoa y Flores Villela (2006), la riqueza observada en nuestra en el SAR equivale al 7.14%. Tomando en cuenta las 1,165 especies de anfibios y reptiles propuestas por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) para la herpetofauna nacional, el número de herpetozoos registrados durante los muestreos de campo equivalen al 1.37%.

La herpetofauna observada en el SAR quedó conformada por cinco especies de anfibios, agrupadas en cuatro familias y dos órdenes, y por 11 especies de reptiles, agrupadas en cuatro familias, dos sub-órdenes y dos órdenes.

En la clase Amphibia el orden Anura presentó la mayor riqueza de especies con cuatro, mientras que el orden Caudata sólo incluyo una especie. Dentro de la clase Reptilia, el orden Squamata presentó la mayor riqueza de especies con 10 (seis integrando el sub-orden serpentes y cuatro el sub-orden lacertilia), seguido por el orden Testudines con una especie.

La siguiente Tabla muestra las categorías taxonómicas de los reptiles observados en el muestreo de campo. Para cada especie se presenta el nombre común; la categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=Amenazada, Pr= Protección Especial) y UICN (EN-En peligro, VU-Vulnerable, NT-Casi amenazado, LC-Preocupación menor), así como también se indica cuando la especies es endémica a México.

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
CLASE AMPHIBIA				
ORDEN ANURA				
FAMILIA ELEUTHERODACTYLIDAE				
Eleutherodactylus	Ranita de Pátzcuaro	Pr	VU	Endémica
FAMILIA HYLIDAE				
Hyla arenicolor	Ranita de las rocas		LC	
Hyla eximia	Ranita de montaña		LC	Endémica
FAMILIA RANIDAE				
Lithobates	Rana leopardo neovolcánica	A	NT	Endémica
ORDEN CAUDATA				
FAMILIA AMBYSTOMATIDAE				
Ambystoma ordinarium	Achoque michoacano	Pr	EN	Endémica

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
CLASE REPTILIA				
ORDEN SQUAMATA				
SUB-ORDEN LACERTILIA				
FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE				
Sceloporus aeneus	Espinosa de pastizal		LC	Endémica
Sceloporus dugesii	Espinosa de Dugés		LC	Endémica
Sceloporus scalaris	Lagartija escamosa		LC	Endémica
Sceloporus torquatus	Espinosa de collar		LC	Endémica
SUB-ORDEN SERPENTES				
FAMILIA COLUBRIDAE				
Conopsis nasus	Culebra de nariz grande		LC	Endémica
Pituophis deppei	Cincuate mexicano	A	LC	Endémica
Salvadora bairdii	Culebra chata de Baird	Pr	LC	Endémica
Thamnophis scaliger	Jarretera alpina cola-corta	A	VU	Endémica
FAMILIA VIPERIDAE				
Crotalus molossus	Cascabel serrana	Pr	LC	
Crotalus triseriatus	Viborita de cascabel		LC	Endémica
ORDEN TESTUDINES				
FAMILIA KINOSTERNIDAE				
Kinosternon integrum	Casquito de fango mexicana	Pr	LC	Endémica

De las 16 especies de anfibios y reptiles observadas en el área de estudio 14 (87.5%) son endémicas de México (cuatro anfibios y 10 reptiles) y dos (12.5%) no lo son.

Del total de especies de anfibios y reptiles registradas en el Sistema del proyecto, ocho se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo. Tres de ellas pertenecientes a la clase Amphibia, la rana *Lithobates neovolcanicus* en la categoría Amenazada (A), mientras que la ranita de Pátzcuaro *Eleutherodactylus angustidigitorum* y el ajolote michoacano *Ambystoma ordinarium* en la categoría denominada en Protección Eespecial (Pr); y cinco especies pertenecientes a la clase Reptilia, las serpientes *Pituophis deppei* y *Thamnophis scaliger* en la categoría de Amenazada (A) y las serpientes *Salvadora bairdii y Crotalus molossus*, así como la tortuga *Kinosternon integrum* en la categoría (Pr).

Con base en el trabajo de campo y los criterios utilizados para determinar la abundancia relativa de las especies registradas, de las ocho especies que se encuentran protegidas por la legislación nacional, seis de ellas, *Eleutherodactylus angustidigitorum, Pituophis deppei, Salvadora bairdii, Thamnophis scaliger, Crotalus molossus* y *Kinosternon integrum* fueron agrupadas en la categoría Rara (R); y dos más, *Lithobates neovolcanicus* y *Ambystoma ordinarium* dentro de la categoría Común (C).

Mastofauna

De las 475 y 525 especies de mamíferos establecidas para México por Ramírez-Pulido *et al.*, (2005) y Ceballos y Oliva (2005), en el SAR se registró la presencia del 4.84% y 4.38% respectivamente. Con base en las 128 especies de mamíferos

reportadas para el Estado de Michoacán por Ceballos y Oliva (2005), la riqueza observada en nuestra zona de muestreo equivale al 17.97% del total estatal.

Se registraron un total de 23 especies incluidas en 13 familias y siete órdenes. El orden que contribuyó con el mayor número de especies fue el Carnívora en el cual se registraron 10 especies, incluidas en cinco familias, seguido por el Rodentia con cinco especies en dos familias, posteriormente Chiroptera con tres especies en dos familias, le continuó el Didelphimorphia con dos especies en una familia y por último los órdenes Cingulata, Lagomorpha y Artiodactyla con una especie en una familia cada uno.

La siguiente Tabla muestra las categorías taxonómicas de los mamíferos observados durante los muestreos de campo. Para cada especie se presenta el nombre común; la categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=Amenazada, Pr= Protección Especial) y UICN (LC-Preocupación menor, DD-Datos insuficientes, NE-No evaluado), así como también se indica cuando la especies es endémica a México.

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
CLASE MAMMALIA				
ORDEN DIDELPHIMORPHIA				
FAMILIA DIDELPHIDAE				
Tlacuatzin canescens	Tlacuachín		LC	Endémica
Didelphis virginiana	Tlacuache		LC	
ORDEN CINGULATA				
FAMILIA DASYPODIDAE				
Dasypus novemcinctus	Armadillo		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
ORDEN LAGOMORPHA				
FAMILIA LEPORIDAE				
Sylvilagus floridanus	Conejo		LC	
ORDEN RODENTIA				
FAMILIA SCIURIDAE				
Sciurus aureogaster	Ardilla gris		LC	
Spermophilus variegatus	Ardillón		LC	
FAMILIA MURIDAE				
Reithrodontomys	Ratón		LC	
Sigmodon mascotensis	Rata algodonera		LC	Endémica
Sigmodon hispidus	Rata algodonera		LC	
ORDEN CARNIVORA				
FAMILIA FELIDAE				
Lynx rufus	Lince ó gato montés		LC	
FAMILIA CANIDAE				
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		LC	
Canis latrans	Coyote		LC	
FAMILIA MUSTELIDAE				
Mustela frenata	Comadreja		LC	
FAMILIA MEPHITIDAE				
Mephitis macroura	Zorrillo listado		LC	
Spilogale putorios	Zorrillo manchado		DD	
Conepatus leuconotus	Zorrillo		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
FAMILIA PROCYONIDAE				
Bassariscus astutus	Cacomixtle		LC	
Nasua narica	Tejón o coatí		LC	
Procyon lotor	Mapache		LC	
ORDEN CHIROPTERA				
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE				
Glossophaga soricina	Murciélago		LC	
Anoura geoffroyi	Murciélago		LC	
FAMILIA VESPERTILIONIDAE				
Lasiurus blossevillii	Murciélago		LC	
ORDEN ARTIODACTYLA				
FAMILIA CERVIDAE				
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		LC	

De la riqueza mastofaunística registrada en el SAR del proyecto, ninguna especie está considerada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-059-2010. Dos de las especies de mamíferos registradas en la zona son endémicas de México, el tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*) y la rata algodonera (*Sigmodon mascotensis*).

Avifauna

La avifauna observada en la zona de estudio quedó conformada por un total de 91 especies, agrupadas en 27 familias y 8 órdenes.

El orden Passeriformes presento la mayor riqueza de especies con 67, agrupadas en 19 familias. El segundo orden en cuanto a número de especies fue el Apodiformes, con un total de nueve, agrupadas en una familia. Le sigue el Accipitriformes con cinco especies en dos familias, luego el Falconiformes y Piciformes con tres especies y una familia cada uno, posteriormente el Columbiformes con dos especies en una familia, y por último se encuentran Galliformes, y Charadriiformes con un especie y una familia cada uno.

La siguiente Tabla muestra las categorías taxonómicas de las aves observadas en las localidades de muestreo de campo. Para cada especie se presenta el nombre común; la categoría de riesgo (A=Amenazada, Pr= Protección Especial) de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN (DD- Datos insuficientes, NT-Casi amenazado, LC-Preocupación menor y NE-No evaluada), así como también se indica cuando la especies es endémica a México.

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
CLASE AVES				
ORDEN GALLIFORMES				
FAMILIA ODONTOPHORIDAE				
Cyrtonyx montezumae	Codorniz Moctezuma		LC	
ORDEN ACCIPITRIFORMES				
FAMILIA CATHARTIDAE				
Coragyps atrattus	Zopilote común		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Cathartes aura	Zopilote aura		LC	
FAMILIA ACCIPITRIDAE				
Accipiter striatus	Gavilán pecho-rufo	Pr	LC	
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	LC	
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja		LC	
ORDEN FALCONIFORMES				
FAMILIA FALCONIDAE				
Falco sparverius	Halcón cernícalo		LC	
Falco columbarius	Halcón esmerejón	Pr	LC	
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr	LC	
ORDEN CHARADRIIFORMES				
FAMILIA CHARADRIIDAE				
Charadrius vociferus	Chorlo tildío		LC	
ORDEN COLUMBIFORMES				
FAMILIA COLUMBIDAE				
Columbina inca	Tórtola cola larga		DD	
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera		LC	
ORDEN APODIFORMES				
FAMILIA TROCHILIDAE				
Colibri thalassinus	Colibrí oreja violeta		LC	
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho		LC	Endémica
Bassilina leucotis	Zafiro oreja blanca		LC	
Amazilia beryllina	Colibrí berilo		LC	Endémica

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta		LC	Endémica
Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul		LC	
Eugenes fulgens	Colibrí magnífico		LC	
Archilocus colubris	Colibrí garganta rubí		LC	
Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha		LC	
ORDEN PICIFORMES				
FAMILIA PICIDAE				
Picoides scalaris	Carpintero mexicano		LC	
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero		LC	
Colaptes auratus	Carpintero de pechera		LC	
ORDEN PASSERIFORMES				
FAMILIA TYRANNIDAE				
Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño		LC	
Contopus cooperii	Pibí boreal		LC	
Contopus pertinax	Pibí tengo frío		LC	
Contopus sordidulus	Pibí occidental		LC	
Empidonax albigularus	Mosquero garganta blanca		LC	
Empidonax wrightii	Mosquero gris		LC	
Empidonax occidentalis	Mosquero barranqueño		LC	
Empidonax fulvifrons	Mosquero pecho leonado		LC	
Sayornis nigricans	Papamoscas negro		LC	
Sayornis saya	Papamoscas llanero		LC	
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		LC	
Tyrannus vociferans	Tirano gritón		LC	
FAMILIA LANIIDAE				
Lanius ludovicianus	Alcaudón verdugo		LC	
FAMILIA VIREONIDAE				
Vireo plumbeus	Vireo plomizo		LC	
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo		LC	
FAMILIA CORVIDAE				
Cyanocitta stelleri	Chara crestada		LC	
Aphelocoma ultramarina	Chara pechigris		LC	
Corvus corax	Cuervo común		LC	
FAMILIA PARIDAE				
Poecile sclaterii	Carbonero mexicano		LC	
Baeolophus wollweberi	Carbonero embridado		LC	
FAMILIA AEGITHALIDAE				
Psaltriparus minimus	Sastrecillo		LC	
FAMILIA SITTIDAE				
Sitta pygmaea	Sita enana		LC	
FAMILIA CERTHIDAE				
Certhia americana	Trepador americano		LC	
FAMILIA TROGLODYTIDAE				
Campylorhynchus	Matraca barrada		LC	
Campylorhynchus gularis	Matraca serrana		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Catherpes mexicanus	Chivirín barranqueño		DD	
Thryomanes bewickii	Chivirín cola oscura		LC	
Troglodytes aedon	Chivirín salta pared		LC	
FAMILIA POLIOPTILIDAE				
Polioptila caerulea	Perlita azul-gris		LC	
Baeolophus wollweberi	Carbonero embridado		LC	
FAMILIA REGULIDAE				
Regulus satrapa	Reyezuelo de oro		LC	
Regulus calendula	Reyezuelo de rojo		LC	
FAMILIA TURDIDAE				
Sialia mexicana	Azulejo garganta azul		LC	
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr	NT	
Catharus aurantiirostris	Zorzal pico anaranjado		LC	
Catharus occidentalis	Zorzal mexicano		LC	
Turdus migratorius	Mirlo primavera		LC	
FAMILIA MIMIDAE				
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo		DD	
Toxostoma crissale	Cuitlacoche crisal		LC	
Melanotis caerulescens	Mulato azul		LC	Endémica
FAMILIA PTILOGONATIIDAE				
Ptilogonys cinereus	Capulinero gris		NE	
FAMILIA PARULIDAE				
Oreothlypis ruficapilla	Chipe corona anaranjada		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Dendroica petechia	Chipe amarillo		LC	
Dendroica coronata	Chipe coronado		LC	
Dendroica nigrescens	Chipe negro-gris		LC	
Dendroica towsendii	Chipe de Towsed		LC	
Dendroica occidentalis	Chipe cabeza amarilla		LC	
Mniotilta varia	Chipe trepador		LC	
Setophaga ruticilla	Chipe flameante		LC	
Seiurus voveboracensis	Chipe suelero		LC	
Myioborus pictus	Chipe ala blanca		LC	
Myioborus miniatus	Chipe de montaña		LC	
Wilsonia pusilla	Chipe corona negra		LC	
FAMILIA EMBERIZIDAE				
Atlapetes pileatus	Atlapetes gorra roja		LC	
Pipilo fuscus	Toquí café		LC	
Pipilo chlorurus	Toquí cola verde		LC	
Aimophila rufescens	Zacatonero rojizo		LC	
Melozone kieneri	Rascador nuca rufa		LC	
Melospiza melodia	Gorrión cantor		LC	
Junco phaeonotus	Junco ojo lumbre		LC	
FAMILIA CARDINALIDAE				
Piranga leucoptera	Tangara ala blanca		LC	
Piranga ludoviciana	Tangara capucha roja		LC	
Pheucticus	Pico grueso tigrillo		LC	

TAXA	Nombre común	NOM 059	IUCN	Endemismo
Passerina caerulea	Pico gordo azul		LC	
FAMILIA ICTERIDAE				
Icterus bullockii	Bolsero calandria		LC	
FAMILIA FRINGILLIDAE				
Spinus psaltria	Jilguero dominico		LC	
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano		LC	

Del total de la riqueza de especies registradas para la clase aves, cinco se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas incluidas en la categoría Pr. Con base en la estacionalidad de las aves, la cual se divide en residentes y migratorias, se obtuvo que de las 91 spp. de aves observadas, 67 (73.63%) resultaron ser residentes y 24 (26.37%) migratorias.

Con relación a la endemicidad, cuatro especies resultaron endémicas a México, los colibrís *Cynanthus latirostris*, *Amazilia beryllina* y *Amazilia violiceps*, así como el mulato azul, *Melanotis caerulescens*.

Es importante señalar que las épocas en la que se realizaron los muestreos no coincidieron con el pico máximo de la temporada de migración, no obstante, se registraron algunas especies migratorias.

Adjunto a este documento se presenta el listado taxonómico de todas las especies de anfibios, reptiles, mamíferos y aves registradas durante el trabajo de campo, en dicho documento se indica el estatus de conservación con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de considerar las categorías asignadas por la Unión Internacional para

la Conservación de la Naturaleza (IUCN), su condición de endemismo y estacionalidad (Anexo 4).

VIII.4. Método para la Delimitación de las Áreas de Fragilidad en el SAR.

Para el análisis de los componentes relevantes y la identificación de áreas críticas en el SAR, se realizó un análisis de fragilidad territorial. Esta fue determinada mediante la correlación de los componentes ambientales relevantes, principalmente por la relación entre unidades de vegetación (definidas en el Capítulo IV de este estudio), el tipo de suelo (de acuerdo a la cartografía edafológica de INEGI, 1985), el relieve y la pendiente. En las zonas de alta fragilidad, cualquier cambio de origen natural o antropogénico puede repercutir fuertemente en su estabilidad y ello podría ser, en caso extremo, de tipo irreversible.

La evaluación de fragilidad natural elabora indicadores de la capacidad del medio para asimilar impactos humanos, lo cual es de suma utilidad para la evaluación del impacto ambiental del proyecto, y está fundamentado en los conceptos de resistencia y resiliencia. La resistencia muestra la habilidad de una unidad territorial a evitar desplazamientos desde el lugar inicial o estado de equilibrio dinámico; la capacidad de permanencia dependerá del arreglo y la estructura de los componentes que integran la unidad territorial y la magnitud de la presión ejercida sobre esta unidad.

La resiliencia tiene que ver con la capacidad de retorno de la unidad territorial cuando un impacto ha modificado su estado inicial, refiriéndose también a la velocidad en que podría regresar a su estado primario u original. La fragilidad, entonces, se considera como la capacidad intrínseca de la unidad territorial a enfrentar agentes de cambio,

basados en la fortaleza propia de sus componentes, en la capacidad y velocidad de la regeneración del medio.

Partiendo de los usos de suelo y vegetación definidos en el Capítulo IV, se determinaron valores para cada una de ellas al analizar las causas y efectos observados en el territorio examinado. De esta forma se logró una aproximación a las propiedades de fragilidad de los ensambles, con base en sus capacidades de resistencia y resiliencia, obteniéndose lo siguiente:

Unidad Ambiental	Fragilidad
Agropecuario	0.25
Bosque cultivado	0.5
Bosque de encino	0.75
Bosque de Pino	0.75
Bosque de pino encino	0.75
Caminos	0
Cuerpo de agua	0
Matorral subtropical	0.75
Vegetación riparia	1
Zona urbana	0

Donde los valores de Fragilidad se asignaron en un rango de 0 a 1; Donde 0 representa el nivel más bajo para los usos de suelo con una Fragilidad muy baja, y 1 el nivel más alto para los tipos de vegetación con fragilidad muy alta.

La suma ponderada de las 4 variables se realizó en un Sistema de Información Geográfica (SIG) de tipo raster debido a que la sobreposición topológica de todas las capas de información puede llegar a producir un número tan elevado de polígonos, que el SIG difícilmente podría manejarlos y resolverlos. Es por esto que, este tipo de análisis debe efectuarse empleando un formato de datos reticulados o raster.

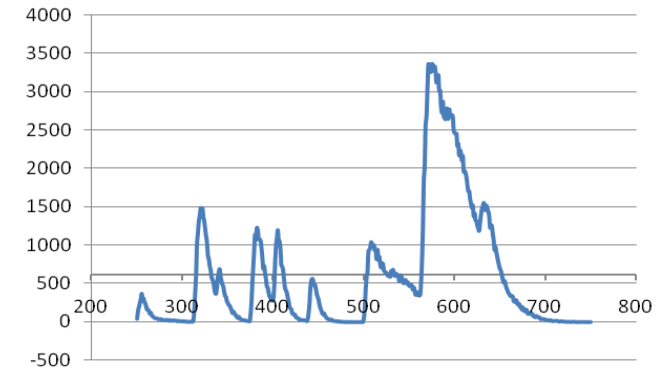
A partir del modelo de digital de elevaciones (DEM) obtenido del continuo de elevaciones mexicano de INEGI se obtuvo el mapa de pendientes para el SAR, mismo que fue reclasificado en un rango de 0 a 1 aplicándose un factor de escala y una constante de corrección para el modelo. El resto de las capas fueron agrupadas en clases y posteriormente rasterizadas.

	1	**0.75**	**0.5**	**0.25**
Relieve	Montañas muy disectadas y edificios Volcánicos	Montañas de disección moderada, volcanes poco disectados y pie de montes.	Relieve cárstico, terrazas con disección alta, procesos costeros, planicies acumulativas.	Terrazas con disección moderada.
Pendiente	>25°	25°-15°	15°-6°	6°-0°
Suelos	Gleysoles	Solonchaks, Regosoles,	Vertisoles, Rendzinsa,	Xerosoles, Feozems,

	1	0.75	0.5	0.25
		Luvisoles, Combisoles, Acrisoles, Andosoles.	Planosoles, Nitisoles, Litosoles.	Castañosems

El proceso para determinar la fragilidad de cada una de las unidades ambientales consistió en la elaboración de un promedio de la suma de las variables antes mencionadas por Unidad Ambiental. De tal forma que el resultado de cada sumatoria resultó en una agrupación de píxeles con valor de 0 a 1.

La interpretación de los resultados y la determinación de los rangos en los valores de Fragilidad se realizaron mediante el análisis del histograma del total de las unidades ambientales en el SAR, siendo la técnica de *Natural Breaks*, la empleada para determinar los rangos para cada nivel de Fragilidad como se muestra en el siguiente histograma y Tabla.



Rangos		Fragilidad
0	0.3	Fragilidad Muy Baja
0.3	0.37	Fragilidad Baja
0.37	0.5	Fragilidad Media
0.5	0.68	Fragilidad Ala
0.68	1	Fragilidad Muy Alta

Lo anterior permitió establecer el siguiente modelo digital.

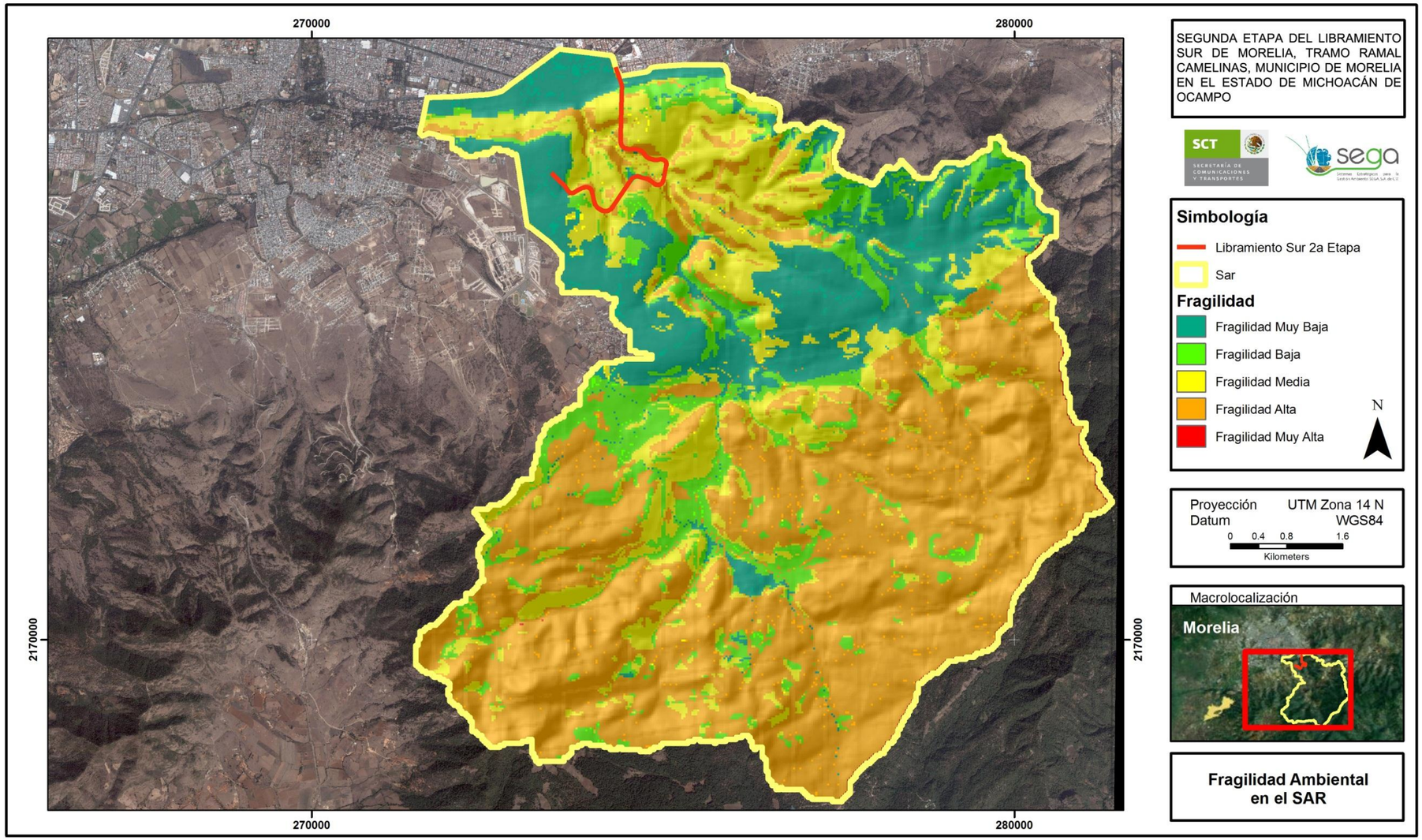


Figura VIII. 20. Modelo de fragilidad ambiental en el SAR.

El ejercicio realizado permitió diferenciar áreas en las cuales, partiendo del modelo conceptual utilizado, es posible determinar propiedades y características del SAR así como la interacción directa de la obra propuesta con los espacios frágiles identificados. En particular este tratamiento informático facilita la comprensión de sitios en los cuales las posibilidades de afectación y cambio gradual implican menor resistencia y, también, una resiliencia menor. Son éstas las áreas de atención particular en las cuales resultará conveniente ejercer acciones tendientes a evitar alteraciones antrópicas y, de ser éstas inevitables, tomar las medidas pertinentes para que las variaciones revistan el menor impacto posible.

Los impactos ambientales adversos en los sitios definidos como de fragilidad media y alta dependerán, en gran medida, de su grado de fragilidad ambiental. Es decir, que estas intervenciones tendrán mayor importancia en cuanto sea mayor la fragilidad del medio en el que se emplazan nuevas obras o actividades.

VIII.5. Método para la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional.

La evaluación de impacto ambiental, está enfocada a identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

Las obras de desarrollo, como la que nos ocupa, presentan diversos impactos al medio físico natural y socioeconómico, tanto en sus etapas de preparación del sitio, construcción, como de la futura operación. En función del tipo de obra, y de

las características del terreno y entorno, los impactos pueden ser de diversa magnitud e importancia.

Para la identificación y valoración de los impactos generados por el proyecto se propone una metodología consistente en tres pasos fundamentales:

1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores

2. Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones.

3. Evaluación de los impactos identificados mediante la utilización del método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM).*

VIII.5.1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores

Identificación de las acciones de proyecto capaces de producir impactos

De acuerdo con Gómez-Orea (2003), esta tarea consiste en estudiar los elementos y procesos del proyecto (objeto de evaluación) que puedan desencadenar impactos, contando para ello con la información obtenida del inventario ambiental y teniendo como telón de fondo la idea de integración

ambiental y las reflexiones anteriores sobre los impactos presumiblemente más significativos en el proyecto.

Se entiende por acción, en general, a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental. Tales causas pueden residir en todas las fases del desarrollo del proyecto y en todas las partes y elementos que lo forman; a todos ellos atiende esta tarea.

Estructura en que se organizan las acciones

Dada la complejidad de los proyectos, esta tarea se formaliza desagregándolos en forma de árbol de tres niveles, el último de los cuales representa las acciones simples que son la causa directa del impacto. Los tres niveles son los siguientes:

Primer nivel, fases: Se refiere a las etapas por las que pasa el desarrollo de un proyecto hasta que se concreta; se consideran: Planeación, Preparación del Sitio, Construcción, y Operación y mantenimiento.

Segundo nivel, elementos: Se trata de cada uno de los elementos de los que constan las distintas fases del proyecto.

Tercer nivel: acciones: una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien definida y localizada de impacto.

Criterios de identificación de las acciones

Las acciones se han identificado partiendo del criterio de que estas serán:

Relevantes: se ajusten a la realidad de los proyectos y sean capaces de desencadenar efectos notables.

Excluyentes/independientes: para evitar solapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.

Fácilmente identificables: es decir susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso.

Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubican los proyectos.

Cuantificables: en la medida de lo posible, deber ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación.

Identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos

El "entorno" es la parte del medio ambiente que interacciona con los proyectos en términos de fuente de recursos y materias primas (recursos naturales, energía, mano de obra, etc.), soporte de los elementos físicos (edificios, instalaciones, etc.) y receptor de efluentes a través de los vectores ambientales, aire, agua y suelo, así como de otras salidas: empleo, conflictos sociales, etc.

Definición y delimitación del entorno

El ámbito geográfico del entorno, corresponde al área de extensión de las interacciones que se pretende analizar; se consideran relevantes las que ocurren

dentro del espacio definido por las grandes vías de comunicación, que en este caso está tiene límites muy precisos.

El entorno que corresponde a este estudio de impacto ambiental es el SAR que fue definido y analizado en el Capítulo IV, y sobre el cual se realizó el inventario ambiental.

Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos

Los factores del medio susceptibles de recibir impactos son los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden se consideran relevantes desde el punto de vista de su potencial afección por el proyecto.

La complejidad del entorno y su carácter de sistema, aconseja disponer los factores relevantes en forma de árbol con varios niveles, el último de los cuales representa subfactores muy simples y concretos.

Como en el caso de las acciones, la identificación de los factores que en principio se consideran relevantes se ha hecho bajo las condiciones de:

Relevancia, deben ser portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.

Exclusión, no deben existir solapamientos ni redundancias entre los identificados que puedan dar lugar a repeticiones en la identificación de impactos.

De fácil identificación, es decir, susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.

Localización, es decir, atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno

Medibles, deben ser cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directamente o indirectamente a través de algún indicador.

La identificación de factores relevantes y su organización en forma de árbol, se realiza, como en el caso del árbol de acciones, progresando por aproximaciones sucesivas.

VIII.5.2 Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones

Cada relación causa-efecto identifica un impacto potencial cuya significación habrá que estimar después. Estas relaciones no son simples sino que frecuentemente hay una cadena de efectos primarios, secundarios, inducidos, etc. que arrancan en la acción y terminan en los seres vivos, en los bienes materiales y, en suma, en el hombre. Por esta razón, además de las matrices de impactos, se han utilizado modelos basados en redes para identificar e interpretar los impactos.

La matriz se desarrolla con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto. Para lograr establecer dichas relaciones, la matriz contiene en sus columnas las etapas del proyecto y sus principales obras o actividades, y en sus filas, los principales factores ambientales sobre los que puede incidir el proyecto y los principales efectos que podrían ejercerse sobre ellos.

Las etapas del proyecto y sus principales obras y actividades constituyen las **Actividades de Proyecto** en la matriz de identificación; mientras que los factores

del medio susceptibles de recibir impactos serán denominados **Factores y Atributos Ambientales**.

Finalmente, en la matriz, los cruces o relaciones, se identifican exclusivamente con dos símbolos:

A Cuando el impacto esperado es adverso

B Cuando el impacto esperado es benéfico

No se califica ninguna otra característica de los posibles impactos, ya que esta tarea se reserva para las matrices de evaluación que se producen utilizando la metodología del RIAM, misma que se establece a continuación.

VIII.5.3 Evaluación de los impactos identificados mediante RIAM

Para la evaluación de impactos se utilizó el método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)* el cual es una herramienta desarrollada por *DHI Water & Environment*. Esta técnica permite tener una visión integral de la problemática ambiental, ya que en el modelo se incluyen todas las acciones propias para la ejecución del proyecto y los factores ambientales que estuvieron involucrados; sólo se consideraron interacciones relevantes.

El método intenta atacar los problemas de trabajar con juicios subjetivos, definiendo criterios y escalas contra los que estos juicios deben ser hechos, y colocando los resultados en una matriz simple que permite tener siempre disponible los argumentos utilizados en el proceso.

El RIAM permite completa transparencia en las decisiones que se hacen en una evaluación de impacto ambiental. El método de investigación y evaluación es “holístico”; asimismo, este método es altamente flexible y de mucha utilidad, permitiendo que los resultados de las evaluaciones de actividades específicas puedan ser reevaluadas tiempo después.

El sistema está basado en asignar una puntuación a los elementos que componen el proyecto, contra criterios ya preestablecidos, y evaluar la puntuación final obtenida comparándola con rangos descriptivos de impactos positivos o negativos.

El RIAM es ideal para ser utilizado en proyectos de esta naturaleza porque permite que los datos de diferentes sectores sean analizados con los mismos criterios dentro de una matriz, permitiendo que se tenga una evaluación rápida y clara de los impactos.

El método está basado en la definición estándar de los criterios de importancia de evaluación, a la vez que presenta valores semicuantitavos para cada uno de estos criterios, de manera que se obtiene un resultado preciso e independiente para cada condición.

Los criterios de importancia de evaluación pueden caer en dos grupos:

(A) Criterios que son de importancia para la condición y que cada uno de ellos individualmente puede cambiar el resultado obtenido.

(B) Criterios que son de valor para la situación pero que individualmente no son capaces de cambiar el resultado obtenido.

El valor que le corresponde a cada uno de los componentes se obtiene siguiendo un algoritmo de sencillas operaciones:

(a1) * (a2) * ... (aN) = aT

(b1) + (b2) + (b3) + ... (bN) = bT

(aT) * (bT) = ES

Dónde:

(*a*1) a (*a*N) son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (A)

(*b*1) a (*b*N) son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (B)

***a*T** es la multiplicación de todos los resultados del grupo (A)

***b*T** es la multiplicación de todos los resultados del grupo (B)

ES es la puntuación de evaluación de esa condición.

Criterios de importancia para la evaluación

En el grupo (A) se utiliza una escala que puede ir del –5 al 5, según los impactos sean positivos o negativos. El cero significa que no hay cambio en la condición o no tiene importancia.

Para el grupo (B) la escala es distinta y no se utiliza el cero.

Por tanto, se deben definir los criterios para cada uno de los dos grupos (A y B), basados en condiciones fundamentales que pueden ser afectadas con el cambio y que sean aplicables a todo tipo de proyectos. Los criterios iniciales que han sido definidos son:

Grupo (A)

Importancia de la Condición (A1)

Se evalúa contra las fronteras espaciales o contra los intereses humanos que afectaría. La escala se define como:

4 = importancia nacional/ intereses internacionales

3 = importancia regional/ intereses nacionales

2 = importancia en las áreas circundantes a la localidad

1 = importancia únicamente en la localidad

0 = no tiene importancia

Para el caso del presente proyecto —que será evaluado mediante una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional— la escala del *Criterio A1* ha sido ligeramente modificada, adaptándola a las circunstancias del proyecto y tipo de estudio como se describe a continuación:

4 = importancia / intereses nacionales (más allá del SAR definido)

3 = importancia regional (dentro del SAR definido)

2 = importancia en las áreas circundantes al derecho de vía (no más allá de 1 km fuera del DDV)

1 = importancia únicamente en la condición local (dentro del DDV)

0 = no tiene importancia

Magnitud del Cambio/Efecto (A2)

La magnitud se define como una medida de la escala de beneficio/des-beneficio de un impacto o condición:

+3 = mayor beneficio positivo

+2 = mejora significativa del *status quo*

+1 = mejora del *status quo*

0 = no hay cambio/*status quo*

-1 = cambio negativo del *status quo*

-2 = significativo cambio negativo o des-beneficio

-3 = mayor des-beneficio o cambio negativo **Grupo (B)**

Permanencia (B1)

La permanencia define si una condición es temporal o permanente, y debe ser visto únicamente desde el punto de vista tiempo.

1 = no cambio/no aplica

2 = temporal

3 = permanente

Reversibilidad (B2)

Define si una condición puede ser cambiada y es una medida sobre el control que se tiene del efecto de la condición. No debe ser confundida o equiparada con la temporalidad:

1 = no cambio/no aplica

2 = reversible

3 = irreversible

Acumulación (B3)

Es una medida de si el efecto va a tener un solo impacto, o si se presentará un efecto de acumulación con el tiempo, o habrá un efecto de sinergia con otras condiciones. No debe ser confundido con una situación permanente/irreversible.

1 = no cambio/no aplica

2 = no acumulativo/singular

3 = acumulativo/sinérgico

Componentes de evaluación

Además de los criterios de importancia, el sistema requiere de componentes específicos de evaluación. Los componentes serán las incidencias sobre los factores ambientales que se dividen en cuatro categorías como sigue:

Físico/Químico (FQ)

Engloba todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales no renovables (no biológicos) y la degradación del ambiente físico por contaminación.

Biológico/Ecológico (BE)

Engloba todos los aspectos biológicos del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad, interacciones entre especies y contaminación de la biósfera.

Sociológico/Cultural (SC)

Engloba todos los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo condiciones sociales que afectan a los individuos y a las comunidades; junto con aspectos culturales, incluyendo la herencia cultural y el desarrollo humano.

Económico/Operacional (EO)

Permite identificar de una manera cualitativa las consecuencias económicas la realización del proyecto y del cambio ambiental, tanto temporal como permanente, así como la complejidad del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto.

Interpretación de los resultados

La aplicación de la técnica semicuantativa descrita, permite finalmente obtener un valor “ES”, también denominada Puntuación Ambiental. Esa puntuación según el método, permite clasificar a los impactos o componentes (mediante rangos de valores alfabéticos y numéricos) en 5 categorías positivas, 5 negativas y una donde no existe variación en el estado actual, como sigue:

RIAM Puntuación Ambiental	Rango de Valores (Alfabético)	Rango de Valores (Numérico)	Descripción del rango
108 a 72	E	5	Mayor impacto positivo
71 a 36	D	4	Alto impacto positivo
35 a 19	C	3	Impacto positivo significante
10 a 18	B	2	Impacto positivo
1 a 9	A	1	Bajo impacto positivo
0	N	0	*Status quo* / No aplicable
-1 a -9	-A	-1	Bajo impacto negativo
-10 a -18	-B	-2	Impacto negativo

RIAM Puntuación Ambiental	Rango de Valores (Alfabético)	Rango de Valores (Numérico)	Descripción del rango
-19 a -35	-C	-3	Impacto negativo significante
-36 a -71	-D	-4	Alto impacto negativo
-72 a -108	-E	-5	Mayor impacto negativo

Finalmente esta técnica permite obtener un valor para cada impacto detectado y determinar cuáles resultan ser los más críticos o preocupantes para centrar sobre ellos las principales medidas de mitigación del proyecto, que para el caso de una MIA-R, se referirán a los Acumulativos y Residuales.

LITERATURA CITADA

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C. México

Arizmendi, M.C. y L. Márquez-Valdelamar. 2000. Areas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CIPAMEX-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México 404.

Arroyave, M., C. Gómez, M.E.Gutiérrez, D.P. Múnera, P.A. Zapata, I.C. Vergara, L.M. Andrade y C.K. Ramos. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA 5: 45-57.

American Ornitologist's Union.1998. The AOU checklist of North American birds, seventh edition. American Ornitologist´s Union. Washington, D.C. Romero-Almaraz et al 2000

Arita, H y G. Ceballos. 1997. Mamíferos de México: distribución y estado de conservación. Pp 33-71. Revista Mexicana de Mastozoología. AMMAC. Vol 2,157 p.

Arita, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128. En: Avances en el estudio de los mamíferos, (Medellin, R. y G. Ceballos, eds.). Asociacion Mexicana de Mastozoología, A.C. México. 464 pp.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R Jiménez Rosemberg, E Muñoz López, V. Aguilar Sierra. (coordinadores) 1998. Regiones terrestres y marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México

Canseco-Márquez, L., A. Ramos-Torrres, and O. Flores-Villela. 2004. Geophis blanchardi (Blanchard's Earth Snake), Geographic Distribution. Herpetological Review, 35(2):191-192.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Fondo de Cultura Económica. México. pp 830-831.

Ceballos, G. y L. Marqués Valdelamar. (eds). 2001. Las aves de México en peligro de extinción. Instituto de Ecologia. México. DF. 432 pp.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Editores: Conabio, Instituto de biología UNAM, Agrupación Sierra Madre, S.C. 847 p.

CNA 1996. Programa Nacional Hidráulico 1995-2000. Comisión Nacional del Agua; México.

CNA 2003. Estadísticas del agua en México (SUIBA) 106pp.

Coldwell, R., J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 345: 110-118.

CONABIO (comp.). 2009a. Catálogo de autoridades taxonómicas de los anfibios (Amphibia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México. Incluye información del proyecto CS003.

CONABIO (comp.). 2009b. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México. Incluye información del proyecto CS003.

CONANP 2003. Programa de manejo del Parque nacional Huatulco.

Cupul F. 2002. Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. Gaceta CUC. Departamento de Ciencias. Centro Universitario de la Costa. México.

CONAPO, Consejo Nacional de Población y Vivienda, 1994. La Población de los Municipios de México 1950 - 1990. Ed. UNO Servicios Gráficos, México

Duellman W. E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. University of Kansas publications of the museum of natural history 13 (2): 19-72.

Enderson, E. F., A. Quijada-Mascareñas, D. S. Turner, P. C. Rosen and R. L. Bezy. 2009. The herpetofauna of Sonora, Mexico, with comparisons to adjoining states. Check list 5 (3): 632-672.

Escalante, P. et al. 1998. Listado de los nombres comunes de las aves de México. Colección Nacional de aves. 25 pp. UNAM. México, DF.

Fa, J. y J.L. Morales.1993. Patterns of Mammals diversity in Mexico.En: Ramamorthy, T.P., R.Bye, A. Lot. 1998. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. México: UNAM.

Flores, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México:vertebrados, vegetación y uso del suelo.UNAM.México. 439pp.

Flores-Villela, O. y L. Canseco Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20(2): 115-144.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Special Publications Carnegie Museum of Natural History 17: 1-73.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de climática de Köppen, Instituto de Geografía, UNAM, México.

García-Grajales, J., A. Buenrostro S. y M. Martínez-Salazar. 2010. Memorias de la XI Reunión Nacional de Herpetología, 10-13 de Noviembre, Toluca, Estado de México. México. 69.

González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds) Conservación de aves: experiencias en México. CIPAMEX-Museo de Historia Natural de la ciudad de México, National fish & Wildlife foundation y CONABIO, México, DF.

Hall, E.R. 1981. The mammals of North América. John Wiley & Sons. New York. Vol 1.

Harris, D. M. y A. G. Kluge. 1984. The Sphaerodactylus (Sauria: Gekkonidae) of Middle America. Occasional papers of the Museum of Zoology. University of Michigan. 706: 59.

Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1937a. A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec. I. The scelopori of the pacific slope. Occasional papers of the museum of zoology, University of Michigan. 356: 1-9.

Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1937.b A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec II, The Teiids of the pacific slope. Occasional papers of the museum of zoology, University of Michigan. 359:1-8.

Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1938. A contribution to the herpetology of the isthumus of tehuantepec, III, Three new snakes from the pacific slope. Occasional papaers of the museum of Zoology, university of Michigan. 390: 1-8.

Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1940. A contribution to the herpetology of the isthmus of tehuantepec IV. Miscellaneous publications museum of zoology, university of Michigan. 47: 7-31.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York, EUA. 855 pp.

INAFED, 2004 (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Sistema Nacional de Información Municipal. México.

INEGI, 2001 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

INEGI, 2005 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). II Conteo de Población y Vivienda 2005. México.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 2005. "Regiones socioeconómicas de México", INEGI. Mexico.

IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 septiembre 2010.

Köhler, G. y P. Heimes. 2002. Stachelleguane. Lebensweise. Pflege. Zucht. Herpeton. 174.

Köhler, G. 2002. Schwarzleguane. Lebensweise. Pflege. Zucht. Herpeton. 142.

Lawrence, G. N. 1876.Birds of Southwestern Mexico. Bulletin U.S. National Museum 4(1875):1-56.

Lugo-Hubp, J. 1990. El relieve de la República Mexicana, Boletín del Instituto de Geología, vol. 9, 1, pp. 82-111.

Malfait, B. and M. Dinkelman 1972, “Circum-Caribbean tectonic and igneous activity and the evolution of the Caribbean plate”, Bull. Amer. Geol. Soc., no. 83(2), pp. 251-272.

Medellín, R.A., H.T. Arita y O. Sánchez. 1997. Guía de identificación de los murciélagos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. México.

Morán-Zenteno, Dante J., Martiny, B., Tolson, G., Solís Pichardo, G., Alba Aldave, L., Hernández-Bernal, M. del S., Macías Romo, C., Martínez Serrano, R.G., Schaaf, P., Silva Romo, G., 2000, Geocronología y características geoquímicas de las rocas magmáticas terciarias de la Sierra Madre del Sur: Bol. de la Sociedad Geológica Mexicana, T. LIII, No. 1, p. 27-58

National Geographic Society. 2006. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic Society, USA.

Noss, R. 2002 The ecological effects of roads. http://www.eco-action.org/dt/roads.html 2002 Consultada el 10 de julio de 2009.

Ochoa Ochoa, L.M. y O. Flores Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F.: 211 pp.

Oliver, L. L., G. A. Woolrich y J. A. Lemos. 2009. La familia bufonidae en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F. 139.

Ortega-Gutierrez, F. (1981), “Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance”, Geofísica Internacional, v. 20, num. 3, pp. 177-202.

Ortega-Gutierrez, F. (1977), Los mármoles intrusivos del complejo oaxaqueño, Boletín del Instituto de Geología, 1, pp. 28-32.

Padilla, J.R. y Sánchez. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. Boletín de la sociedad geologica Mexicana. Tomo LIX, 1:19-42

Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture,46p.

Ramamorthy, T. P., R. Bye, A. Lot. 1998. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. México: UNAM.

RAMSAR.2003. Ficha Informativa de los Humedales. GAIA.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-C. y A. Castro-C. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 21(1):21-82.

Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1993. Diversidad Mastozoológica de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., Vol. Esp. XLIV: 413-427.

Salazar, A. J. 2001. Herpetofauna de tres municipios de la Sierra Norte de Puebla (Camocuautla, Huitzilán y Zapotitlán). Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla. 70 pp.

SEDESOL, 2001. (Secretaría de Desarrollo Social). Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación Territorial 2001-2006. México.

SEDESOL, 2005. (Secretaría de Desarrollo Social). Delimitación de las zonas metropolitanas de la Ciudad de México 2005. Secretaría de Gobernación, CONAPO, INEGI, México.

SEDESOL 2005, (Secretaría de Desarrollo Social). Gobierno Federal 2005. Sistema de Ciudades. México.

Sedlock, R. L., F. Ortega-Gutierrez and R. C. Speed.1993.Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico", Geological Society of America, Special Paper 278.

Stresemann, E. 1954. Ferdinand Deppe's Travels in Mexico, 1824-1829, Narrative of Deppe´s Journeys. Cooper Ornithological Society. Vol. 56.

Serb, J. M., C. A. Phillips and John B. Iverson. 2001. Molecular Phylogeny and Biogeography of Kinosternon flavescens based on complete mitochondrial control region sequences. Molecular phylogenetics and evolution. Vol 18 (1): 149-162.

Sherbrooke, W. C. 2003. Introduction to horned lizards of the north america. California Natural History guides No. 64. University of California Press. 178pp

Solano, Z. I. 2008. Estudio Herpetofaunístico del municipio de Tlatlauquitepec, sierra norte de Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. 112.

Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III y D. K. Moskovits. 1996. Neotropical birds: Ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago.

Taylor, B. D. and Goldingay R. L. 2004. Wildife roadkills on three major roads in North-Eastern New South Wales. En: Wildlife Research 31: 83-91.

Villa, B. 1966. Los murciélagos de México, su importancia en la económia y salubridad. Su clasificación sistemática. Instituto de Biología. UNAM. Mexico.491 pp.

Xelano, C. J. M. 2004. Estudio Herpetofaunístico del Municipio de Zacatlán,Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla. 63 pp.