

---

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENO DE USO FORESTAL EN DONDE SE UBICARÁ LA VIALIDAD PANORÁMICA Y TÚNEL VIAL EN LA LOMA DE SANTA MARÍA EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN.

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

### *I.1 Proyecto*

#### **I.1.1 Nombre del Proyecto**

**VIALIDAD PANORÁMICA Y TÚNEL VIAL EN LA LOMA DE SANTA MARÍA,  
MORELIA, MICHOACÁN.**

#### **I.1.2 Ubicación del Proyecto**

El proyecto esta ubicado en la zona sur de la ciudad de Morelia capital del estado de Michoacán, la cual se ubica en las coordenadas geográficas 19° 42' 06" Latitud Norte y 101° 11' 07" Longitud Oeste, a una altitud de 1,920 msnm.

Las localidades próximas al sitio de estudio son en dirección hacia el este con Charo, al norte Tarimbaro, al este Capula y al suroeste Tiripetio.

Dentro de los rasgos fisiográficos importantes de la región es que la ciudad de Morelia se encuentra en un valle rodeada de lomeríos, hacia el oeste con el cerro del Quinceo, hacia el sur la loma de Santa María y Cerritos y hacia el este el cerro del Punhuato.

La zona de la ciudad de Morelia es una zona lacustre, donde se identifican dos cuerpos de agua importantes el manantial de la Mintzita y la presa de Cointzio que son los principales proveedores de agua en la ciudad, además de que atraviesan la ciudad dos importantes ríos el río Grande y río Chiquito de Morelia.

**FIGURA I.1 CROQUIS UBICACIÓN DEL PROYECTO**



En cuanto a las vías de comunicación se puede acceder a la ciudad de Morelia por medio de las siguientes carreteras:

Carretera federal No. 15: que une a la ciudad de México, Zitacuaro, Cd. Hidalgo, Morelia, Pátzcuaro, Zacapu, Zamora, Jiquilpan, Sahuayo y Guadalajara.

Carretera federal No. 43: que une a las ciudades de Salamanca y Morelia.

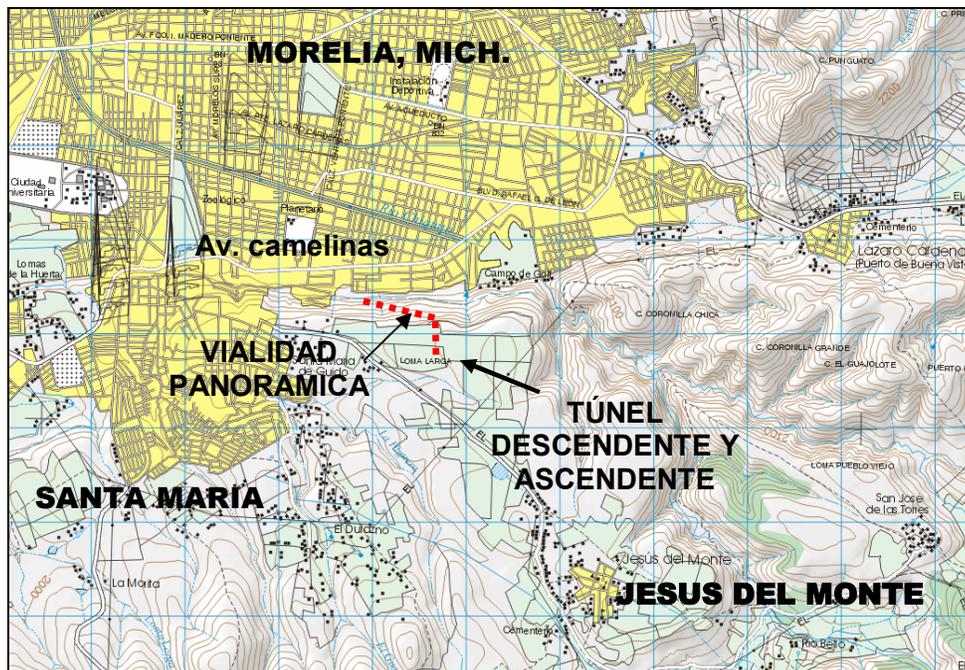
Carretera Federal No. 120: que une al estado por Zinapecuaro y se dirige al suroeste hasta converger con la No. 37 uniendo en su recorrido a Morelia, Pátzcuaro, Villa Escalante, Ario de Rosales y La Huacana.

Autopista México - Morelia - Guadalajara.

**FIGURA I. 2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA CIUDAD DE MORELIA**



**FIGURA I.3 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA CIUDAD**



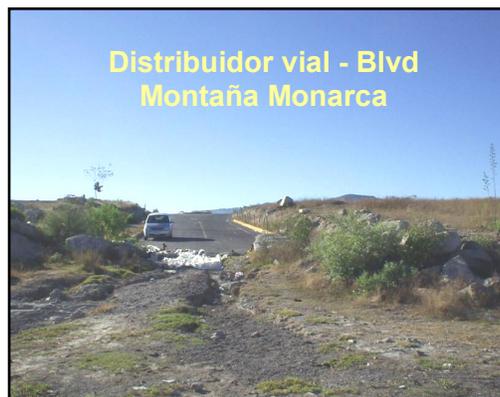
El acceso de la vialidad superficial estará situado en la prolongación del Blvd. Sansón Flores aquí será el punto de partida o cadenamiento 0+000 Km. Que corresponde al inicio de la vialidad panorámica superficial.



Aproximadamente en el Km. 0+980 está ubicado el portal del Túnel doble en la ladera del cerro cerca de la cañada del arroyo del río Chiquito que termina en un distribuidor vial en la loma de Santa María.



A continuación se muestra el sitio del distribuidor vial donde se conectará el túnel con el Boulevard Montaña Monarca con rumbo a la glorieta y a los caminos de Santa María de Guido y Jesús del Monte.



## FIGURA I.4 VISUALIZACIÓN DEL PROYECTO EN EL CERRO DE SANTA MARÍA



### I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto

La duración total, incluyendo todas las etapas de construcción de la vialidad panorámica y el túnel es de 12 meses (1 año).

No obstante dentro del proyecto general se incorporó el proyecto ejecutivo de la Gaza 10 la cual se construirá en una etapa futura desconociendo actualmente la fecha tentativa de construcción, lo cual depende directamente del presupuesto a ejercer, de la autorización de la vialidad principal y de la capacidad de servicio a futuro de la misma.

Considerando la población de los actuales desarrollos, más el futuro crecimiento urbano en la zona sur, se diseñó esta vialidad para un aforo de 18,000 vehículos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), con una vida útil del proyecto a 25 años.

El tiempo de vida del proyecto estará ligado principalmente al mantenimiento general de las estructuras que comprende a las bóvedas del túnel y en la vialidad al arroje de los terraplenes, muros de contención y pavimento a lo largo del trazo.

### I.1.4 Presentación de la documentación legal

Parte de la Vialidad Panorámica se ubica dentro del Área Natural Protegida la "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", con el carácter de Zona sujeta a Conservación Ecológica, con una superficie de 232-79-73.88 hectáreas, ubicadas en el municipio de Morelia, Mich. La propiedad de los terrenos que afectará el proyecto así como la anuencia de albergar el proyecto se muestra a continuación:

**TABLA I.1 SITUACIÓN LEGAL DE LOS TERRENOS A OCUPAR**

DUEÑO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	UBICACIÓN	DATOS NOTARIALES
Ejidatarios del ejido de Santa María de Guido	Solo para servidumbre de paso para la vialidad en la zona 1 (15,320)	Vialidad Panorámica (0 a 0+383)	Oficio No. DPE/164/07 de fecha 23/01/07 emitido por la Unidad Jurídica de la Dirección de Patrimonio Estatal de la Oficialía Mayor del Gobierno. Asamblea de ejidatarios de fecha 28/06/07.
Gobierno del Estado	Solo para servidumbre de paso para la vialidad (23,380)	Vialidad Panorámica (0+383 a 0+690) (0+690 a 0+980)	Oficio No. DPE/220/07 de fecha 31/01/07 emitido por la Unidad Jurídica de la Dirección de Patrimonio Estatal de la Oficialía Mayor del Gobierno. Escritura Pública No. 677, volumen 16, registro No. 39, Tomo 6625. Escritura Pública No. 678, volumen 16, registro No. 38, Tomo 6625.
Montaña Monarca, S.A. de C.V. C.P. Francisco José Medina Chávez	2,147.89  495.00	Vialidad Panorámica (del 0+908 a portal del túnel)  Túnel	Fracciones B y C, Escritura Pública No. 2573, registro No. 65, Tomo 7122 de fecha 15 /03/06, ante notario Público No. 111 Lic. José Octavio Diéguez Camarena
Montaña Monarca, S.A. de C.V. C.P. Francisco José Medina Chávez	4,585.25	Distribuidor vial entronque de túnel con Av. Tecnológico	Fracciones 8 y 47, Escritura Pública No. 7151, registro No. 42, Tomo 7152 de fecha 04/07/06, ante notario Público No. 106 Lic. Rubén Pérez Gallardo
Montaña Monarca, S.A. de C.V. C.P. Francisco José Medina Chávez	100	Sitios de tiro	Fracción 48, Escritura Pública No. 7151, registro No. 42, Tomo 7152 de fecha 04/07/06, ante notario Público No. 106 Lic. Rubén Pérez Gallardo

En relación con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia 2004, publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 18 de noviembre del 2004, y en atención a los usos de suelos permitidos y/o condicionados, el H. Ayuntamiento de Morelia, por medio de Oficio No. SDUMA-DDU-US6087/06, de fecha 27 de noviembre de 2006, emitió dictamen condicionado de uso de suelo para Equipamiento Vial para acceso al lugar conocido como la Loma de Santa María.

Por medio de oficio SUMA-OS-0160/07 de fecha 01 de febrero de 2007 la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente otorga de manera condicionada la Verificación de Congruencia de Dictamen de Uso de Suelo emitido por el Ayuntamiento de Morelia, para “el desarrollo y ejecución del Acceso Vial (Vialidad Panorámica y Túnel Vial) a la Loma de Santa María”.

La Comisión Federal de Electricidad, División Centro Occidente, Zona Morelia, por medio de Oficio No PAC-080/2007, de fecha 19 de enero de 2007, ha otorgado factibilidad positiva para proporcionar servicio al Túnel Vial con una Subestación Provisional de 1,000KVA, previa creación de la infraestructura eléctrica necesaria, ya que se requiere la ampliación de la línea de Media Tensión de 13.2 KV. e instalar la S.E. tipo Piso. Para la operación del túnel, por medio de Oficio No PAC-099/2007 de fecha 23 de enero de 2007, otorga factibilidad positiva para proporcionar servicio al Túnel Vial de energía eléctrica, previa creación de la infraestructura eléctrica necesaria, toda vez que se requiere instalar Transformadores de tipo Pedestal.

En el anexo Documentos legales” se incluye copias de todas y cada una de los documentos antes descritos, así como el soporte de los documentos emitidos por la Oficialía Mayor del Gobierno.

## ***1.2 Promovente***

### **1.2.1 Nombre o razón social**

H. Ayuntamiento de Morelia, Michoacán

### **1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promoverte**

RFC: MMM 850101 843

### **1.2.3 Nombre y cargo del representante legal**

Protección de datos personales LFTAIPG

### **1.2.4 Dirección del promoverte**

**DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG**

## ***1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental***

### **1.3.1 Nombre o razón social**

Protección de datos personales LFTAIPG

### **1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

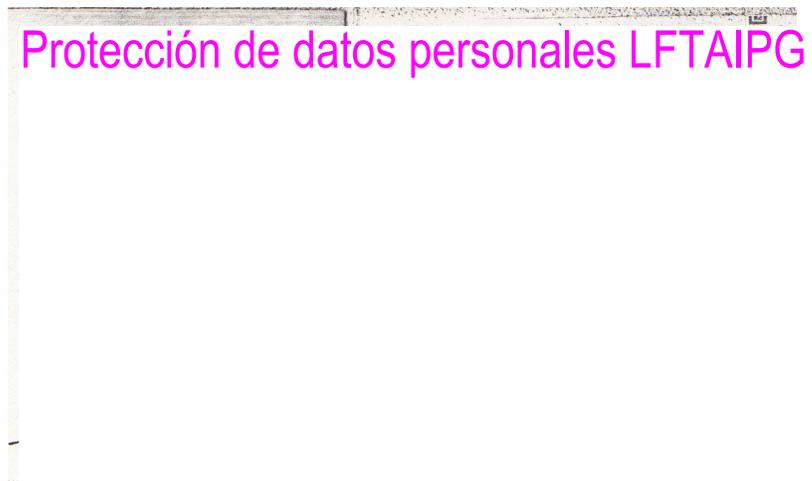
RFC: Protección de datos personales LFTAIPG

CURP: Protección de datos personales LFTAIPG

Protección de datos personales LFTAIPG

### I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG



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

Protección de datos personales LFTAIPG

---

I	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	I-1
I.1	Proyecto.....	I-1
I.1.1	Nombre del Proyecto .....	I-1
I.1.2	Ubicación del Proyecto .....	I-1
I.1.3	Tiempo de vida útil del Proyecto.....	I-5
I.1.4	Presentación de la documentación legal.....	I-5
I.2	Promovente.....	I-7
I.2.1	Nombre o razón social.....	I-7
I.2.2	Registro federal de contribuyentes del promovente .....	I-7
I.2.3	Nombre y cargo del representante legal .....	I-7
I.2.4	Dirección del promovente .....	I-7
I.3	Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	I-7
I.3.1	Nombre o razón social.....	I-7
I.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	I-7
I.3.3	Nombre del responsable técnico del estudio .....	I-8
I.3.4	Dirección del responsable técnico del estudio .....	I-8

## II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto de la Vialidad Panorámica y el Túnel Vial en la Loma de Santa María se trata de una obra nueva, con la finalidad de construir un acceso adecuado y seguro, que comunique a las tenencias de Santa María y Jesús del Monte que han presentado un crecimiento acelerado en los últimos años.

En la actualidad se cuenta con tres accesos, sin embargo éstos son insuficientes e inadecuados, ya que no fueron diseñadas para que transitarán por ellas la cantidad de vehículos actual, máxime que en algunos casos se aprovecharon calles que originalmente fueron construidas para dar servicio únicamente a fraccionamientos particulares como es el caso de la Loma y Balcones de Santa María. Por lo que actualmente el problema se agudiza, sobre todo en horas pico, ya que al desarrollarse esta zona de la ciudad ha provocado la saturación de estas subidas, incrementándose el problema de congestión vial, contaminación atmosférica y acústica, problemática que se incrementará aún más con la densificación acelerada de la zona.

La vialidad panorámica y el túnel vial están ubicados al sur de la ciudad de Morelia en el cerro de Santa María, donde colinda con zonas urbanas, el proyecto se encuentra dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal, con el carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, la "Loma de Santa María" y depresiones aledañas. Cuyo decreto fue publicado el 19 de agosto de 1993, con una superficie de 232-79-73.88 hectáreas, ubicadas en el municipio de Morelia, Mich. Para la realización del proyecto se requiere afectar una superficie total de 43,900 m<sup>2</sup>, de los cuales 38,500 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.65% de la superficie del área protegida, aunque cabe mencionar que estas dimensiones serán menores una vez terminada la construcción ya que el área a ocupar por la infraestructura permanente es de 32,013.61 m<sup>2</sup> de los cuales 26,613.61 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.14% de la superficie del área protegida.

Así mismo su ubicación está dentro del polígono establecido por el Programa de Desarrollo Urbano de Morelia 2004-2015 publicado en el Periódico Oficial el 18-Nov-04. Y contempla en la zona la construcción de una vialidad superficial y la alternativa de construcción de un túnel subterráneo como se muestra en el Plano E-6C "Estructura Vial en Área Urbana de Morelia", siendo éste un instrumento de planeación autorizado y que involucró en su momento a varios sectores de la población.

De acuerdo al Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, Artículo 5, Fracción III "Vialidades cuando se tenga

contemplado el tránsito de vehículos automotores” el proyecto cuenta con la autorización en materia de impacto Ambiental por parte de la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente quien dictaminó como procedente el proyecto señalando 55 condicionantes que deberán cumplirse a lo largo del desarrollo del proyecto.

Por medio de oficio MICH/GA7047245372007 de fecha 17 de abril de 2007 la SEMARNAT señala que el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se trata de un área forestal y que por tanto requiere la realización de un Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de suelo Forestal, cumpliendo con lo estipulado en los artículos 117 y 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y de los artículos 120 a 127 de su reglamento. Así como la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular a fin de evaluar el impacto derivado del cambio de uso de suelo con fundamento en los artículos 28 Fracc. VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en el Artículo 5, Inciso O, Fracción I de su reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, lo que dio origen a presentar el siguiente estudio.

Esta obra es un gran reto para la ingeniería vial ya que se ubica en una zona compleja desde el punto de vista topográfico y geotécnico, destacando el aspecto de que se trabajará en espacios reducidos con fuertes pendientes en terreno muy escarpado.

Considerando la población de los actuales desarrollos, más el futuro crecimiento urbano en la zona sur, se diseñó esta vialidad para un aforo de 18,000 vehículos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) a 25 años de vida útil.

El proyecto contempla una vialidad pública de tipo primario, de 4 carriles, con 2 cuerpos separados de circulación.

- Características geométricas de la vialidad
- Ancho total de la Sección 23 metros
- Pendiente gobernadora del trazo 9%
- Pendiente máxima del trazo 12%
- Radio mínimo de 76 metros
- Numero de Carriles 4
- Derecho de Vía 40 metros
- Banquetas de 2 metros
- Camellón Central de 3m
- Bahías de Paraderos
- Zona de Servicios y Emergencias

Pavimento de Concreto Hidráulico en Guarniciones, Banquetas y Paraderos.

**TABLA II.1 ESPECIFICACIONES DE LA VIALIDAD**

CONCEPTO	DIMENSIONES	UNIDAD
Camino tipo Vialidad Urbana	Avenida	--
Longitud total de la vialidad superficial	993.045	Km
Velocidad del proyecto	30	Km/h
Ancho de corona	19.5	m
Ancho de calzada	7 x 2	m
Espesor de Capa de Filtro	0.3-0.5	m
Terraplén mecánicamente estabilizado	Variable	--
Espesor de subrasante	0.20	m
Espesor de Base hidráulica	0.20	M
Espesor de Pavimento de Concreto Hidráulico	0.10	M
Curvatura máxima	17	°
Pendiente gobernadora	9	%
Pendiente máxima	12	%

**TABLA II.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL ANTEPROYECTO DEL TÚNEL VIAL**

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Alineamiento	Pendiente de 7.6% en tangente
Sección Interior	7.50 m de ancho por 5.75 m de altura
Área de sección interior	37.10 m <sup>2</sup> .
Geología	Tobas ingnimbríticas de textura homogénea con grietas y grandes fracturas.
Exploración	2 Barrenos verticales con broca de corona de diamante para obtener testigos y definir características del estrato rocoso a la profundidad del Túnel Vial.
Pruebas.	Compresión simple, tensión y compresión triaxial
Concreto proyectado (techo tablas)	Espesor de 90-100 mm, con adición de fibras metálicas y f'c de 350 kg/cm <sup>2</sup> .
Anclaje de cables (sección semicircular túnel)	Longitud 5m, diámetro 5/8" o 15.24 mm, patrón cuadrado de 1.4 x 1.4 m, resistencia 22,000 kg, tipo jaula de pájaro (bird cage).
Anclaje de varilla corrugada (tablas túnel)	Longitud de 2.0 m, diámetro 19 mm, con placa tipo domo de 150 x 150 x 8 mm. Patrón cuadrado de 1.0 x 1.0 m.
Casos de estabilidad crítica	Al concreto lanzado se apoyará con marcos semicirculares contruidos de varilla corrugada de 19 mm, en vez de los cables de acero, con una anchura de 140 mm y altura de 115 mm
Curva.	Horizontal con peralte y topes de desaceleración en carril

	descendente.
--	--------------

**TABLA II.3 DATOS GENERALES TÚNEL VÍAL**

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD
<b>1.</b>	1.1	Sección de excavación	m <sup>2</sup> 37.10
<b>Sección</b>	1.2	Sección útil	m <sup>2</sup> 34.12
	1.3	Altura libre máxima	m <sup>2</sup> 4.50
	1.4	Sección 2 vehículos 1.0 ton	m <sup>2</sup> 8.80
	1.5	Sección 2 vehículos en tránsito	m <sup>2</sup> 12.00
	1.6	Ancho total	m 7.50
	1.7	Ancho libre entre	m 7.00
	1.8	2 Carriles sin mediana	m 3.50
	1.9	Guarniciones laterales	m 0.25
<b>2.</b>	2.1	Galería de ventilación	m 2.00
<b>Generales</b>	2.2	Escapes para desperfectos mecánicos	Escapes 4.00
	2.3	Galería de evacuación a túnel paralelo	Galería 4.00
	2.4	Cajas con equipo de seguridad e incendios	Pieza 26.00
	2.5	Cajas de electricidad para iluminación	Pieza 66.00
	2.6	Bocas de tormenta	Pieza 50.00
	2.7	Ductos en piso y techo	Pieza 3.00
	2.8	Longitud de túnel ascendente	m 1,188.84
	2.9	Longitud de túnel descendente	m 1,265.98
<b>3.</b>	3.1	Geomecánica de la roca	
<b>Minería</b>	3.2	Profundidad de 2 testigos puntuales diámetro N.Q. para determinación de RQD, RMR y resistencia a la compresión a profundidades	m 0 a 96.00
	3.3	Fortificación	Anclas fricción Acero estructural Concreto lanzado
	3.4	Método constructivo túnel piloto	Método tradicional
	3.5	Método constructivo Sección total	Minero continuo
	3.6	Boquillas con fortificación tipo paraguas	Anclas fricción de cable
	3.7	Fortificación pesada	Marcos de acero Estructura de concreto reforzado
	3.8	Diseño arco circular para soportar	Esfuerzos de compresión
<b>4.</b>	4.1	Pavimento de concreto hidráulico de 21 cms., de espesor de 300 kg/cm <sup>2</sup>	

Civil	4.2	Guarniciones de concreto hidráulico de 150 kg/cm <sup>2</sup>
-------	-----	---

Fuente: Proyecto Ejecutivo de Túnel Vial para la Loma de Santa María, Morelia.

## II.1.2 Selección del Proyecto

El proyecto de la vialidad y el Túnel Vial estará ubicado al sur de la ciudad en el cerro de Santa María, donde se realizará en base a la demanda de la población de tener una vialidad que permita acceder a la loma de Santa María y a los nuevos desarrollos ubicados hacia la localidad de Jesús del Monte ya que se trata de una zona de acelerado crecimiento.

Entre las consideraciones de la selección del sitio se apunta que la zona sur de Morelia es significativamente problemática ya que sus tres vías de acceso son inadecuadas e insuficientes, ya que no fueron diseñadas para que transitarán por ellas la cantidad de vehículos actual, máxime que en algunos casos se aprovecharon calles que originalmente fueron construidas para dar servicio únicamente a fraccionamientos particulares como es el caso de la Loma y Balcones de Santa María. Por lo que actualmente el problema se agudiza, sobre todo en horas pico, ya que al desarrollarse esta zona de la ciudad ha provocado la saturación de estas subidas, incrementándose el problema de congestionamiento vial, contaminación atmosférica y acústica, problemática que se incrementará aún más con la densificación acelerada de la zona.

Como ya se ha mencionado, en el programa de desarrollo urbano el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia aprobado en sesión extraordinaria de cabildo el 05 de octubre de 2004 y publicado el día 18 de noviembre de 2004, ya contempla en la zona la construcción de una vialidad superficial y la alternativa de construcción de un túnel subterráneo como se muestra en el Plano E-6C “Estructura Vial en Área Urbana de Morelia”, señalando que se deberá contar con “El proyecto oficial definitivo y los estudios de impacto ambiental, mecánica de suelos, impacto vial, y los estudios técnicos conducentes que justifiquen y fundamenten el trazo definitivo”.

La selección de construir un Túnel Vial obedece principalmente a una decisión ambiental ya que al ubicarse el proyecto dentro de la zona sujeta a conservación “Loma de Santa María y depresiones aledañas”, el construir una vialidad superficial incrementa considerablemente la afectación para albergar el cuerpo de la carretera, por lo que con el Túnel Vial se elimina en gran porcentaje la afectación de dicha área, no solamente se dará solución al problema vial, sino que con éste también se evita un mayor impacto con la interferencia del Área Protegida de la Loma de Santa María.

## II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Al sur de la ciudad de Morelia se encuentran la loma de Santa María; adelante están los cerros de San Andrés, que se unen, en la parte noroeste, con el pico del Quinceo, la mayor altura en la zona, con 2,787 metros sobre el nivel del mar, que tienen conexión con las lomas de Tarimbaro y los cerros de Cuto y de Uruétaro, los cuales delimitan al valle y los separan del lago de Cuitzeo.

La zona en estudio se caracteriza por una topografía que se clasifica como lomerío fuerte a montañoso predominando este último con elevaciones de 1,910 m, y hasta 2,000, la vialidad “corre” a lo largo de una de las zonas más abruptas de la zona de la Loma de Santa María.

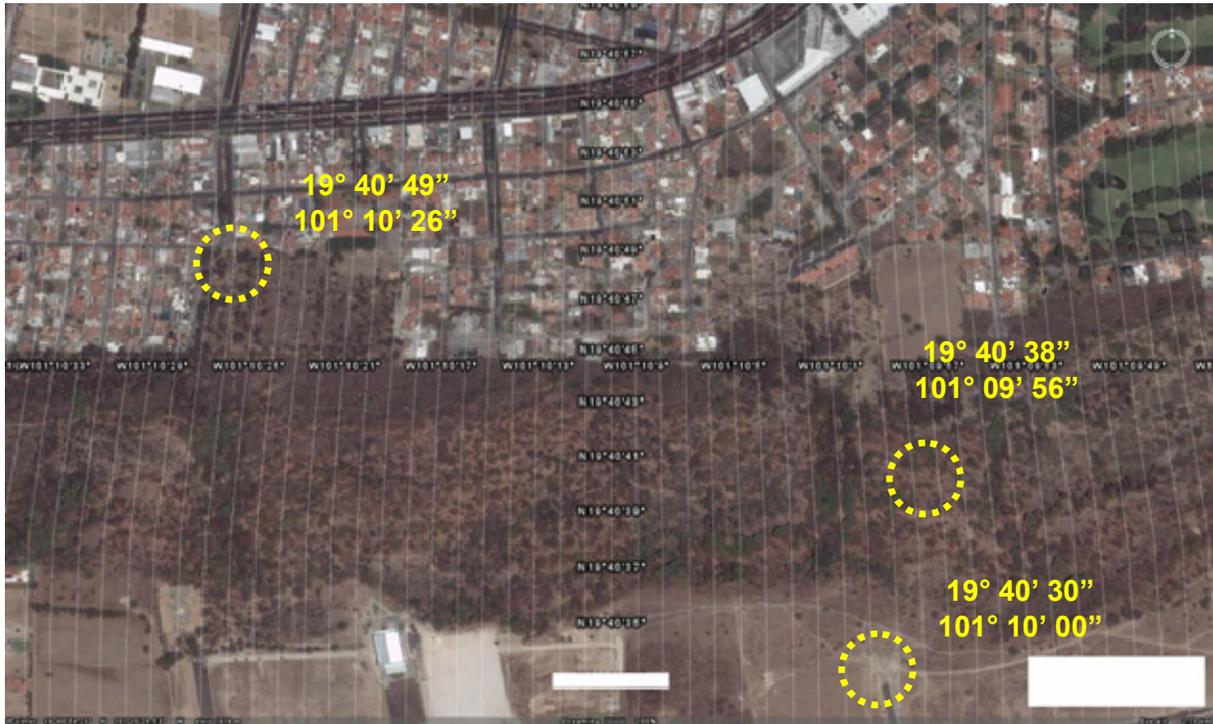
En particular esta vialidad se ubica en zonas de tobas riolíticas instaladas cerca de rocas ígneas extrusivas ácidas y en las zonas de lomerío suave se tienen tobas alteradas arcillosas.

En la zona baja cercana al km 0+000 se tienen suelos aluviales arcillosos y en el resto del tramo se encuentran tobas con diferentes grados de alteración y en buena parte se tiene roca tipo riolítica cantera e ignimbritas de consistencia dura a muy dura, lo que debe tenerse en cuenta durante la construcción.

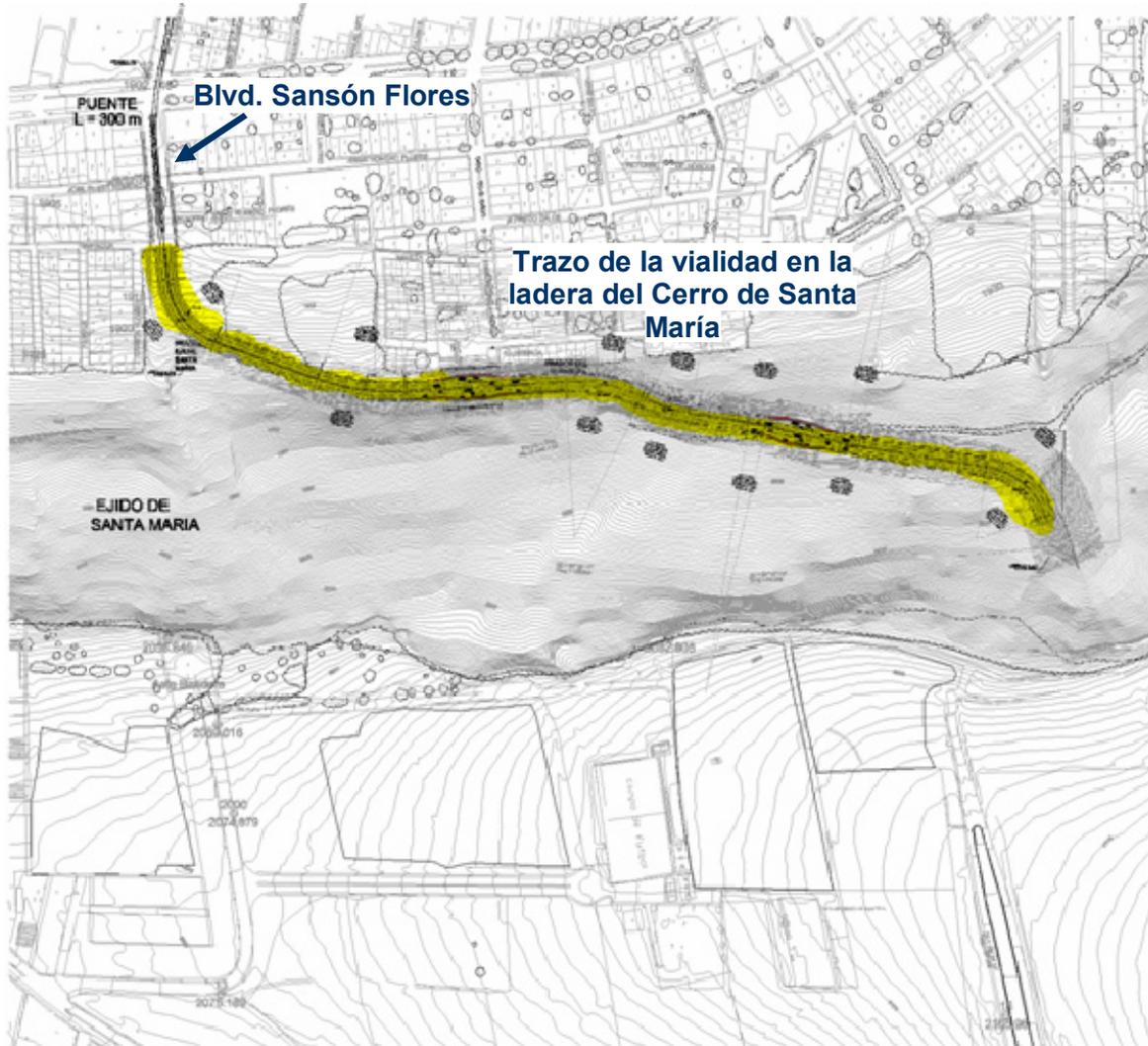
**TABLA II.4 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL PROYECTO**

PUNTO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA msnm
Inicio de la vialidad superficial	19° 40' 49"	101° 10' 26"	1,920
Intersección de la vialidad superficial y las entradas a los túneles ascendente y descendente	19° 40' 38"	101° 09' 56"	2,010
Intersección entre el distribuidor vial del Túnel con la avenida Montaña Monarca en la loma de Santa María.	19° 40' 30"	101° 10' 00"	2,105

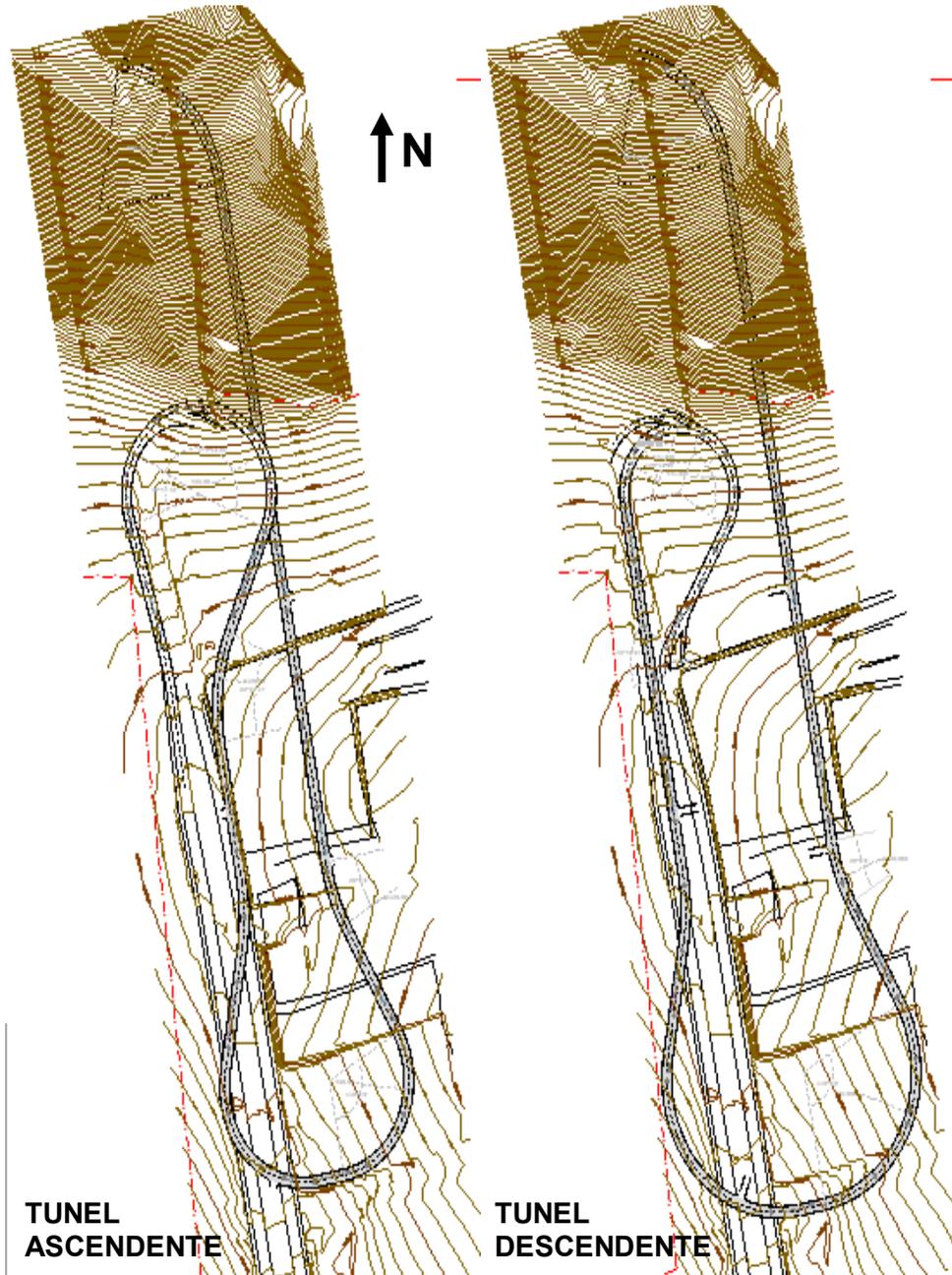
**FIGURA II.1 UBICACIÓN DE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL PROYECTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO**



**FIGURA II.2 LOCALIZACIÓN DE LA VIALIDAD EN LA LOMA DE SANTA MARÍA**



### FIGURA II.3 LOCALIZACIÓN DEL TÚNEL EN LA LOMA DE SANTA MARÍA



Ver Planos PLANO GENERAL TUNEL ARQUITECTONICO ASCENDENTE y PLANO GENERAL TUNEL ARQUITECTONICO DESCENDENTE (PL-Arq-03\_TSM\_V-1.6.dwg y PL-Arq-04\_TSM\_V-1.6.dwg)



**FIGURA II.4 VISTA DEL PROYECTO EN EL SITIO DE ESTUDIO**



### II.1.4 Inversión requerida

La inversión para la construcción de la vialidad panorámica y de los túneles ascendente y descendente, será de 169 millones de pesos, de los cuales el gobierno del estado aportará 142 millones, el Ayuntamiento 19.5 millones y 7.5 millones la iniciativa privada, dicho presupuesto fue aprobado por el Cabildo de Morelia en sesión ordinaria el día 25 de enero de 2007. En el anexo "Catalogo de conceptos y presupuesto" se incluye la memoria respectiva.

El costo de las medidas de mitigación asciende en total a \$8'273,612 (Ocho millones doscientos setenta y tres mil seiscientos doce pesos M.N.), dicho presupuesto se incluye en la tabla siguiente.

## TABLA II.5 COSTO MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CONSTRUCCION					
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE UNITARIO (\$)	IMPORTE INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO	IMPORTE NO INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO
<b>CONSTRUCCIÓN VIALIDAD</b>					
Adquisición de botellones de 19 litros de agua de marca conocida para consumo humano.	3000	botellón	\$19.00		\$57,000.00
Alcantarillas Tabulares de Concreto.	139	metros	\$2,428.74	\$337,834.88	
Anclas de Soporte para Cortes Inestable de 10m de longitud.	56	pieza	\$4,796.57	\$268,607.92	
Anclas de Soporte para Cortes Inestable de 8m de longitud.	65	pieza	\$3,992.17	\$259,491.05	
Descontaminación de Suelos.	40	m3	\$5,000.00		\$200,000.00
Dispositivo de Protección Amacize de taludes y eliminación de montículo de roca.	1000	m3	\$150.00	\$150,000.00	
Dispositivo de Protección Malla Triple Torsión.	500	m2	\$150.00	\$75,000.00	
Drenaje Pluvial	8	pieza	\$18,027.00	\$144,216.00	
Construcción de Colector de Agua Pluvial y Pozo de Absorción y 4 pozos de absorcion con trampas para grasas y aceites.	1	lote	\$2,000,000.00		\$2,000,000.00
Drenes Perforadores de P.V.C	650	ml	\$149.30	\$97,045.00	
Lavaderos de conc. Hid.fo=100kg/cm2, con sección transversal de 0.1264	25	m	\$191.52	\$4,788.00	
Mampostería en Contracunetas.	1172	m3	\$865.82	\$1,014,645.80	
Mampostería en Cunetas.	468	m3	\$865.82	\$405,134.49	
Mampostería en disipadores a la salidas de obras de drenaje.	48	m3	\$865.82	\$41,247.66	
Mantenimiento, riego de la vegetación reforestada.	16	4 meses	\$1,000.00		\$16,000.00
Muros de Gaviones para control de aguas pluviales en cauces.	200	m3	\$700.00	\$140,000.00	
Plantación de árboles: Seto de protección vegetal arbolada: 2,743.6 m2, Área de despunte de árboles: 17,424 m2, Cortes: 6,081 m2 y Camellón: 5,715.5 m2	15000	árbol	\$30.00		\$450,000.00
Barrera viva (Cedros)	5200	árbol	\$30.00		\$156,000.00
Capacitación en cuanto a medidas de mitigación.	1	curso	\$1,500.00		\$1,500.00
Cercado con postes y alambrado en zona a nivel de piso para evitar acceso a la Area Natural Protegida.	2800	m	\$1.50		\$4,200.00
Plataforma para mantenimiento de equipo y maquinaria de construcción, de arcilla compactada, de 10 cm de espesor, compactado al 90% próctor.	1	plataforma	\$3,000.00		\$3,000.00
Recubrimiento de Taludes.	2080	m2	\$100.00	\$208,000.00	
Restauración con Mat. Vegetal Prod. De Despalme.	7691	m2	\$91.78	\$705,898.34	
Reubicación de postes de transmisión de energía o de teléfonos.	3	pieza	\$2,534.38	\$7,603.14	
Sanitarios portátiles austeros, incluye renta y limpieza una vez por semana del reservorio.	30	sanitario	\$500.00		\$15,000.00
Recolección de residuos sólidos de tipo municipal y disposición al basurero municipal.	70	viaje	\$400.00		\$28,000.00
Recolección por compañía autorizada por SEMARNAT, de lubricantes y aceites usados, estopas y respectivos envases.	2	viaje	\$2,000.00		\$4,000.00
Señalización Vial Precautoria.	1	lote	\$17,000.00		\$17,000.00
<b>Subtotales</b>				\$3,859,612.29	\$2,951,700.00
<b>MONTO TOTAL DE LA FIANZA POR CONSTRUCCIÓN VIALIDAD</b>					<b>\$6,811,312.29</b>

**TABLA II.6 COSTO MEDIDAS DE MITIGACIÓN (continuación)**

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE UNITARIO (\$)	IMPORTE INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO	IMPORTE NO INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO
<b>CONSTRUCCIÓN TUNEL</b>					
Adquisición de botellones de 19 litros de agua de marca conocida para consumo humano.	700	botellón	\$19.00		\$13,300.00
Capacitación para uso de Explosivos.	1	curso	\$1,500.00		\$1,500.00
Descontaminación de Suelos.	10	m3	\$5,000.00		\$50,000.00
Explosímetro.	1	Pieza	\$50,000.00		\$50,000.00
Extintores de Fuego.	40	Pieza	\$700.00	\$28,000.00	
Medidor de Oxígeno.	2	Pieza	\$15,000.00		\$30,000.00
Monitoreo de gases dentro del túnel (calidad del aire) Monóxido de carbono, Oxido de nitrógeno, Oxido de azufre.	12	Monitoreo	\$4,000.00		\$48,000.00
Plataforma para mantenimiento de equipo y maquinaria de construcción, de arcilla compactada, de 10 cm de espesor, compactado al 90% próctor.	1	plataforma	\$3,000.00		\$3,000.00
Recolección de residuos sólidos de tipo municipal y disposición al basurero municipal.	30	viaje	\$400.00		\$12,000.00
Recolección por compañía autorizada por SEMARNAT, de lubricantes y aceites usados, estopas y respectivos envases.	3	viaje	\$2,000.00		\$6,000.00
Sanitarios portátiles austeros, incluye renta y limpieza una vez por semana del reservorio.	105	sanitario	\$500.00		\$52,500.00
Supervisión de medidas de control y mitigación de impacto ambiental.	12	mes	\$10,000.00		\$120,000.00
Subtotales				\$28,000.00	\$386,300.00
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN TUNEL</b>					<b>\$414,300.00</b>
<b>OPERACIÓN</b>					
<b>OPERACIÓN TÚNEL</b>					
Monitoreo de gases dentro del túnel (calidad del aire) Monóxido de carbono, Oxido de nitrógeno, Oxido de azufre.	12	Monitoreo	\$4,000.00		\$48,000.00
Ventilación Forzada al interior del Túnel en caso de requerirse.	2	Lumbreras	\$500,000.00		\$1,000,000.00
Limpieza y desazolve de los elementos de drenaje empleados antes y durante la temporada de lluvias.		Permanente			
Supervisión condiciones físicas del drenaje lloraderos, encauzamientos, revestimientos, cunetas y contra cunetas.		Permanente			
Supervisión de las condiciones del pavimento.		Permanente			
Supervisión de Reforestación.		Permanente			
Remediación Suelo en caso de accidente vial.		Permanente			
Recolección de Residuos.		Permanente			
Mantenimiento, poda de la maleza.		Permanente			
Supervisión de Taludes.		Permanente			
Supervisión y mantenimiento de los taludes y terraplenes.		Permanente			
Subtotales				\$0.00	\$1,048,000.00
<b>TOTAL OPERACIÓN TUNEL</b>					<b>\$1,048,000.00</b>
<b>MONTO TOTAL DE LA FIANZA POR CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL</b>					<b>\$1,462,300.00</b>
			<b>Total</b>	<b>13,287,812.29</b>	<b>14,399,899.00</b>
			<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$8,273,642.29</b>	

## II.1.5 Dimensiones del Proyecto

El total de la superficie del proyecto asciende a 43,900 m<sup>2</sup> y corresponde el sitio de estudio a la comunidad vegetal de bosque Pino-Encino, si referimos la superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal, entendida esta como la superficie que ocupa la proyección de copas de los árboles, solo se estaría afectando en promedio un 35% de la superficie que comprende el proyecto ya que este es el porcentaje en promedio de cobertura de copa arbórea del área en estudio.

Para la realización del proyecto se requiere afectar una superficie total de 43,900 m<sup>2</sup>, de los cuales 38,500 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.65% de la superficie del área protegida que corresponde al trazo de la vialidad superficial.

### Vialidad:

Ancho de la franja a afectar (promedio)	38.8 m
Longitud a afectar (vialidad):	<u>993.045 m</u>
Área requerida para la vialidad:	<b>38,500 m<sup>2</sup></b>

### Túnel:

Área requerida para el túnel (Distribuidor Vial Av Montaña Monarca):	5,100 m <sup>2</sup>
Área total requerida para las lumbreras es de:	<u>300 m<sup>2</sup></u>
Área requerida para el túnel:	5,400 m <sup>2</sup>
<b>Área total requerida (túnel +vialidad)</b>	<b>43,900 m<sup>2</sup></b>

Se realizará para la construcción una excavación total como se muestra a continuación:

Excavaciones a la entrada del túnel:	3,523 m <sup>3</sup>
Túnel piloto:	34,706 m <sup>3</sup>
Minero continuo:	55,574 m <sup>3</sup>

Para albergar la vialidad superficial, se requerirá afectar especies arbóreas y arbustivas como se muestra a continuación:

- Número total de árboles inventariados= 2,155
- Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
- Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
- Volumen de los árboles mayores a 10 cm.= 153 m<sup>3</sup>
- Número de especies arbóreas encontradas= 28
- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
- Número total de especies encontradas en el trazo= 51

La superficie total a ocupar por las obras permanentes se muestra a continuación asciende a 32,013.61 m<sup>2</sup> como se muestra a continuación:

Vialidad:

Ancho de la franja a afectar (promedio)	26.8 m
Longitud a afectar (vialidad):	<u>993.045 m</u>
Área requerida para la vialidad:	<b>26,613.61 m<sup>2</sup></b>

Túnel:

Área requerida para el túnel (Distribuidor Vial Av Montaña Monarca) :	5,100 m <sup>2</sup>
Área total requerida para las lumbreras es de:	<u>300 m<sup>2</sup></u>
Área requerida para el túnel:	5,400 m <sup>2</sup>

**Área total ocupada por obras permanentes (túnel +vialidad) 32,013.61 m<sup>2</sup>**

El área a ocupar por la infraestructura permanente es de 32,013.61 m<sup>2</sup> de los cuales 26,613.61 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.14% de la superficie del área protegida.

d) Superficie del predio o de los predios

**TABLA II.7 CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES PARA PROYECTOS QUE REQUIERAN EL CAMBIO DE USO DE SUELO**

ZONAS	CLASIFICACIONES	SUPERFICIE (HA)	%
Zonas de Conservación y aprovechamiento restringido	Áreas Naturales Protegidas (Estatal)	26,613.61	1.14
	Superficie arriba de los 3,000 MSNM	0.00	0%
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°		
	Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña	0.00	0%
	Superficie con vegetación en galería	0.00	0%
Zona de producción	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta	0.00	0%
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable Media,	0.00	0%
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja	4.39	100%
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas	0.00	0%
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones		
Zonas de restauración	Terrenos con degradación alta	0.00	0%
	Terrenos con degradación media		
	Terrenos con degradación baja		
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.		

## II.1.6 Uso actual de suelo

A continuación se define la categoría de uso de suelo que presenta el sitio del proyecto.

De manera general y de acuerdo a las visitas de inspección realizadas al sitio del proyecto se pueden observar en las inmediaciones los siguientes usos:

**Forestal:** A lo largo del tramo y en sus colindancias se encontró diferentes tipos de vegetación entre los que se encuentran: Bosque de Encino y Matorral subtropical, mismo que se presenta como una variable del bosque tropical caducifolio, integrado por la asociación *Acacia – Opuntia*; el bosque de encino, correspondiente a una transición entre el bosque tropical y el bosque de encino, por registrar una mezcla de especies comunes; el bosque cultivado, cuyo estrato arbóreo dominante está representado por *Eucalyptus spp*, aunque en algunas fracciones se pudieron observar ejemplares de los géneros *Quercus*, *Acacia*, *Arbutus*, *Pinus*, *Cupressus* y *Eysenhardtia*; y finalmente se observó en los cauces de arroyos bosque de galería con algunos ejemplares de los géneros *Alnus*, *Salix* y *Fraxinus*. Estos bosques no presentan su condición natural y las áreas menos degradadas se observan en las cañadas.

**Agrícola:** Esta actividad se encontró casi nula, ya que son terrenos inapropiados para el cultivo agrícola por lo pronunciado de la pendiente. De acuerdo a lo observado se tiene registro de que se presentaba en pequeñas fracciones de terreno en la parte de la loma, donde se realizaba el cultivo de maíz de temporal.

**Habitacional:** Este uso de suelo se observó al norte del trazo de la vialidad. Entre los desarrollos urbanos más cercanos se encuentran los Fracc. Ejidal Santa María, Condagua y Prados del Campestre. Ya en la parte alta de la loma, en las tenencias de Santa María y San Jesús del Monte se han venido desarrollando grandes centros habitacionales que día a día han incrementado su población, lo cual ha contribuido a agudizar el problema vial en los accesos existentes, situación que se espera empeorará debido al incremento acelerado que esta zona presenta.

**Servicios Educativos:** En los alrededores de la Loma de Santa María donde se ubicará el Túnel Vial el uso de suelo además de habitacional está destinado a la educación, así en esta zona se localizan el Tecnológico de Monterrey Campus Morelia, la Universidad Vasco de Quiroga, la Preparatoria del Instituto Valladolid, el Instituto Kipling, el Instituto Thomas Jefferson, el Colegio de Bachilleres y escuelas oficiales. Al desarrollarse dichas escuelas y universidades se ha provocado una gran cantidad de usuarios que han contribuido a saturar los accesos existentes, que como se ha mencionado carecen de capacidad y desarrollo geométrico adecuado.

**Pastoreo:** Esta actividad se desarrolla dentro y en las colindancias de las áreas forestales y se desarrolla en la zona del trazo de la vialidad es aprovechado para el pastoreo de ganado vacuno y equino.

**Área natural protegida:** El proyecto se ubica dentro del área decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Loma de Santa María” de Morelia” de jurisdicción Estatal.

Terrenos ociosos: Cerca del inicio del tramo del Túnel Vial en la loma de Santa María los terrenos se encuentran ociosos en virtud de que están casi desprovistos de cubierta vegetal y en casi toda esta superficie se presenta un alto grado de deterioro de los suelos, a tal grado que la capa fértil o capa superficial de suelo se erosionó totalmente dejando expuesta la roca madre.

Infraestructura hidráulica: Cabe destacar en la ladera del cerro de Santa María existe un canal de agua que viene de los filtros viejos y se dirige a la Planta Potabilizadora de Vista Hermosa la cual deberá rectificarse y se cuenta con la anuencia del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS).

El trazo de la vialidad cruza con algunos arroyos o cauces naturales, por donde fluye el agua de los escurrimientos naturales intermitentes, ninguno de estos escurrimientos cuenta con algún tipo de utilización, a excepción de que algunos de ellos son utilizados como bebederos del ganado que pastorea en el área.

- El uso potencial considerando la cartografía existente y los criterios técnicos que sustenten el o los posibles usos que pudiera dársele al terreno.

El único uso de suelo de la zona por donde pasará el proyecto es de reserva ecológica urbana.

- Indicar en caso de que el proyecto se localice en alguna condición especial como son las zonas de atención prioritaria:

El área donde se ubicará el proyecto no presenta ninguna condición especial, ni es una zona de atención prioritaria.

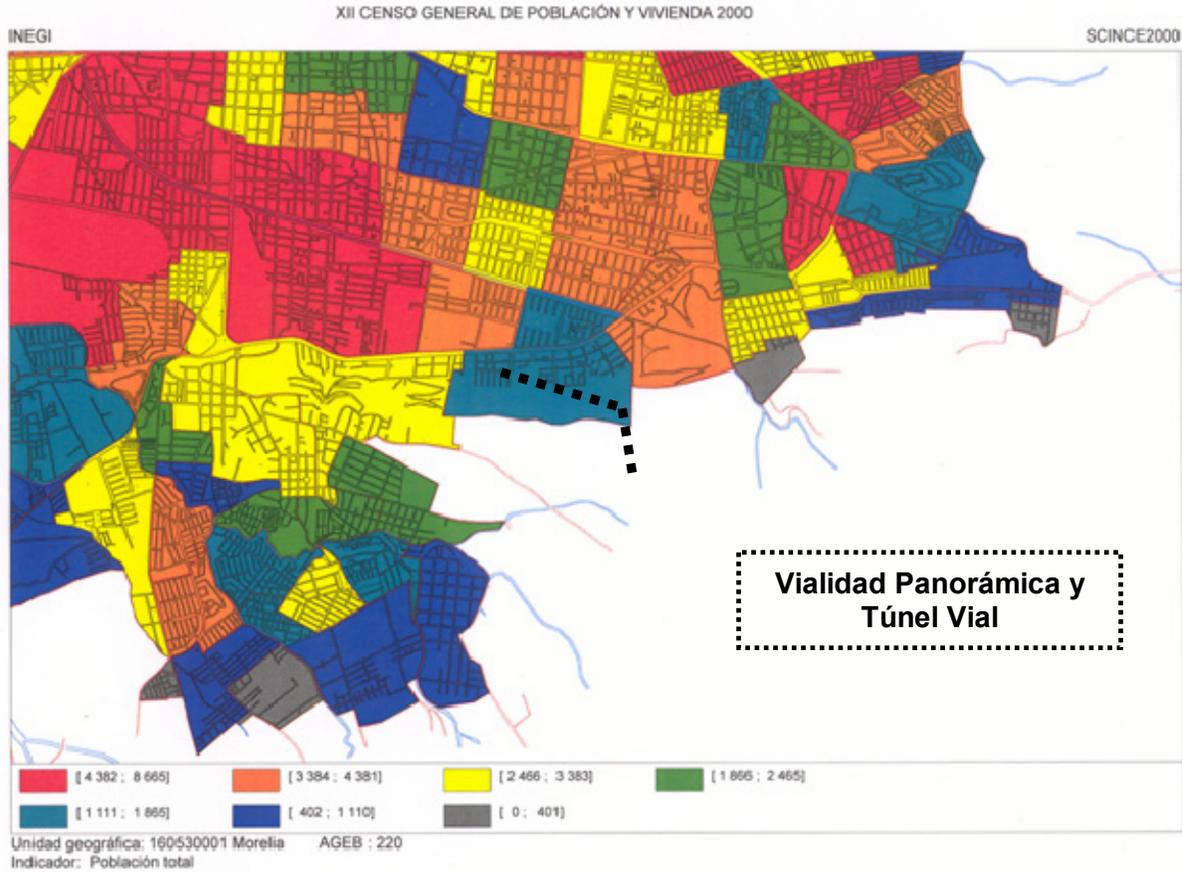
## II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

### – Urbanización del Área

Como se ha mencionado el proyecto se encuentra cercano a la zona urbana de la ciudad de Morelia, entre los desarrollos urbanos más cercanos se encuentran los Fracc. Ejidal Santa María, Condagua y Prados del Campestre. Ya en la parte alta de la loma, en las tenencias de Santa María y San Jesús del Monte se han venido desarrollando grandes centros habitacionales que día a día han incrementado su población, lo cual ha contribuido a agudizar el problema vial en los accesos existentes, situación que se espera empeorará debido al incremento acelerado que esta zona presenta

De acuerdo a los datos manejados por INEGI, los fraccionamientos cercanos a la vialidad superficial se consideran de media densificación, la población total cercana al proyecto es de 1,100 a 1,800 habitantes.

**FIGURA II.5 POBLACIÓN TOTAL CERCANA AL SITIO DE ESTUDIO**



Fuente: SCINCE 2000, XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI

**TABLA II.8 POBLACIÓN TOTAL EN LAS COLONIAS CERCANAS AL PROYECTO**

COLONIAS CERCANAS AL PROYECTO	POBLACIÓN TOTAL HABITANTES
Fraccionamiento Club Campeste, Prados del Campeste, 5 de Diciembre y Nueva Chapultepec.	3,300 a 4,300
Chapultepec Sur.	2,400 a 3,300
Infonavit Camelinas y Col. Electricistas.	3,300 a 4,300
Ejidos de Santa María, Bosque Camelinas y Fraccionamiento Condagua.	1,100 a 1,800

Fuente: SCINCE 2000, XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI

## – Servicios Requeridos

Será necesaria la edificación de obras menores que se ocuparán temporalmente durante la construcción de la vialidad y el Túnel Vial, las cuales no requieren de un proyecto en sí aunque se deberá tener especial cuidado de que cumplan con las condiciones necesarias, de seguridad e higiene para evitar acciones adversas. Dentro de este tipo de obras se consideran: bodegas para resguardo de material y herramientas, servicios sanitarios y una instalación “provisional” de CFE para alimentar al Minero Continuo necesario para la construcción del túnel.

Por la naturaleza de la obra se deberán construir los almacenes, bodegas y talleres que se requieran para el almacenamiento, la fabricación y la modificación de los elementos que integran la obra, tales como cemento, agregados, tepetate, tubería, acero, etc.

Para evitar la contaminación del medio ambiente por el vertido de residuos sólidos, será preciso colocar contenedores para almacenar los residuos generados, haciendo una recolección selectiva que permita reciclar todo material apto para tal fin como cartones, papel, vidrio, envases plásticos, etc. También será necesario, por parte de la empresa, establecer un programa eficiente de recolección y transporte de los residuos sólidos que permita realizar su disposición final en el sitio designado para ello por la autoridad competente.

El almacenamiento temporal de los residuos sólidos no excederá de cinco días, ya que al sobrepasarse este lapso empieza a aparecer fauna nociva y se inicia la generación de malos olores, por lo que los contenedores deberán tener la capacidad suficiente para almacenar los residuos generados en dicho periodo. Por ningún motivo se permitirá que los contenedores pierdan su carácter de almacenamiento temporal para convertirse en definitivos.

Por lo que se refiere a los desechos orgánicos, éstos pueden ser incorporados al ambiente por medio de composta, lo cual reducirá el costo de traslado hasta el basurero municipal.

De acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, los residuos considerados como peligrosos serán manejados de manera ambientalmente apropiada y por medio de una compañía recolectora de residuos peligrosos reconocida por SEMARNAT.

En caso de talleres o zonas de mantenimiento de equipo, estas áreas deberán ser impermeables, ya sea con sellos de arcilla o por medio de geomembranas, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo por derrame de combustibles y lubricantes.

De acuerdo al número de equipos considerado, el abastecimiento diario de combustible podrá realizarse por medio de pipas, las cuales serán cargadas en estaciones de servicio cercanas y procederán a abastecer al equipo de construcción a primera hora todos los días, no se contempla, ni se deberá llevar a cabo, el almacenamiento de combustibles ni lubricantes en el sitio.

- **Instalaciones sanitarias.**

Se pretende el arrendamiento de sanitarios portátiles a razón de un baño por cada 20 empleados. Se considerará un mínimo de dos por cada frente de trabajo y deberán ser localizados en sitios de fácil acceso para el personal involucrado en la obra. La empresa arrendadora será la responsable de su limpieza por lo menos una vez por semana, y conducirá los residuos hacia el sitio que la autoridad competente le haya otorgado en el momento de su registro y permiso de operación.

- **Campamentos, dormitorios, comedores.**

Debido a que el proyecto se encuentra dentro de la Ciudad de Morelia, no se tiene contemplada la construcción provisional de éstos en el sitio de la obra.

- **Construcción de caminos de acceso y vialidades.**

Se utilizarán las vialidades mismas que comunican al sitio como son la Av. Camelinas, la prolongación del boulevard Sansón Flores, y el boulevard Montaña Monarca en la parte alta de la loma de Santa María.

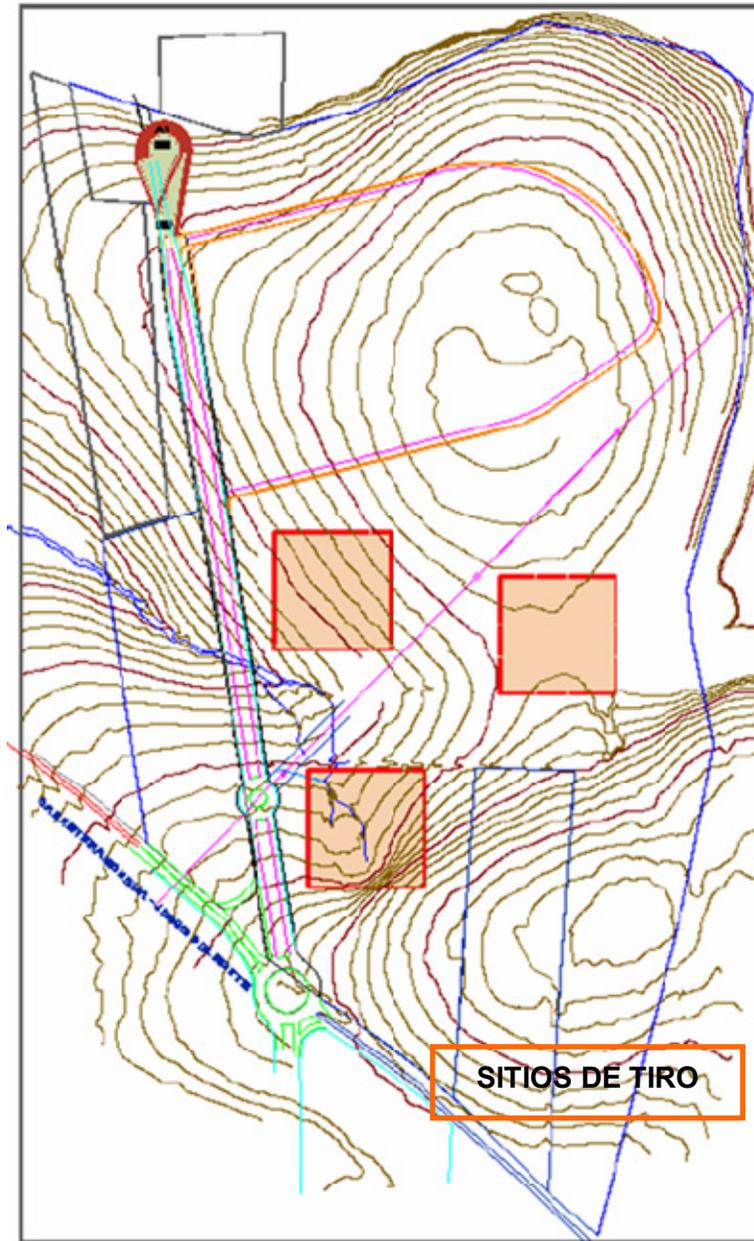
- **Bancos de material.**

Para la construcción de terracerías, rellenos para sistemas de muros de contención, sub-bases, bases, pavimentos asfálticos y elementos de concreto hidráulico; los materiales a emplear deberán cumplir con las especificaciones de calidad fijadas en el Proyecto y las que se indican en las "Normas de calidad de los materiales" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de acuerdo a la nueva normativa, así como otras de orden general como las Normas Oficiales Mexicanas (NMX), las del Reglamento de Construcciones del Estado de Michoacán y/o las que en su caso marque el Ayuntamiento.

Por lo cual se considera indispensable emplear materiales producto de banco, los cuales deberán cumplir ampliamente con la normatividad vigente, para lo cual en base al reconocimiento Geológico de la zona, conjuntamente con los datos obtenidos de las exploraciones de la línea de trazo realizadas y tomando en cuenta para su elección la calidad del tipo de material, ubicación estratégica con respecto al proyecto, tipo de régimen en que se encuentra el predio, potencialidad. Una vez seleccionados y muestreados y analizando sus propiedades, el estudio de geotecnia realizado por ILCON, S.A. de C.V. propone los bancos de materiales que se detallan en la siguiente tabla.

Para el suministro de los materiales requeridos por la obra, se acudirá a diversas casas de materiales localizadas en la ciudad de Morelia respectivamente, para la adquisición de cemento, mortero y varillas de acero.

**FIGURA II.6 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE TIRO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN DEL TÚNEL VIAL**



**TABLA II.9 BANCOS DE MATERIALES PROPUESTOS**

NOMBRE DEL BANCO	LOCALIZACIÓN	CLASIF. GEOLÓGICA	VOLUMEN m <sup>3</sup>	DESPALME (m)	UTILIZACIÓN	TRATAMIENTO
<b>BANCOS PARA TERRACERIAS</b>						
1.- "CERRITOS"	Ubicado a 23 Km de la Obra	Tezontle Negro	90,000	2	Pétreo Tipo Filtro	Trituración De Acuerdo A Anexo N° 2 -11
					Terracerías Cuerpo De Terraplén	Eliminar Partículas Mayores De 3"
					Capa Subrasante	Disgregado Y Eliminación De Tamaños Mayores De 3"
					Terraplenes De Muros Tipo "Keystone"	De Acuerdo A Especificaciones "Keystone"
2.- "ATECUARO I"	Km. 13+200 Desviación Izquierda 1,700 M. La Av. de Las Torres	Brecha Volcánica	40,000	2	Terracerías Cuerpo De Terraplén	Eliminar Partículas Mayores De 3"
					Capa Subrasante	Disgregado Y Eliminación De Tamaños Mayores De 3"
3.- "EL BASURERO"	Ubicado A 22 Km de la Obra	Tezontle Negro	70,000	2	Terraplenes De Muros Tipo "Keystone"	De Acuerdo A Especificaciones "Keystone"
<b>CUADRO DE BANCOS PARA PAVIMENTO</b>						
1.- "JOYITAS"	Ubicado A 31 Km. de la Obra.	Brecha Volcánica Basáltica (Rie) (Tezontle Gris)	20,000	2	Petreo Tipo "Filtro"	Trituración Para Obtener Granulometría Según Anexo 2-11).
					Base Hidráulica	Trituración Parcial Y Cribado A Tamaño Máximo De 1 1/2"
					Arena Para Concreto Hidráulico	Cribado
2.- "SAN ANTONIO PARANGARE"	Ubicado A 14 Km. de la Obra.	Basalto (Rie) Fracturado	30,000	2	Petreo Tipo "Filtro"	Trituración Para Obtener Granulometría Según Anexo 2-11).
					Base Hidráulica	Trituración Total Y Cribado A Tamaño Máximo De 1 1/2"
					Carpeta Asfáltica	Trituración Parcial Y Cribado A Tamaño Máximo De 3/4"
					Grava Y Arena Para Concreto Hidráulico	Trituración y Cribado
3.- "EL LAUREL"	Ubicado A 26 Km. de la Obra. (Banco Nuevo)	Basalto	25,000	2	Petreo Tipo "Filtro"	Trituración Para Obtener Granulometría Según Anexo 2-11).
					Base Hidráulica	Trituración Total Y Cribado A Tamaño Máximo De 1 1/2"
					Carpeta Asfáltica	Trituración Total Y Cribado A Tamaño Máximo De 3/4"
					Grava Y Arena Para Concreto Hidráulico	Trituración y Cribado

- Control Topográfico del Túnel Vial

Control topográfico total de la obra, con equipo topográfico de precisión de uso subterráneo y guía láser para alineamientos del rumbo o dirección Azimutal de la obra subterránea, con instalación de pijas en el techo del Túnel Vial para control visual. El inicio de estos controles topográficos tendrán como punto de partida los Puntos Fijos construidos en las boquillas o rompimiento de los Túnel Viales. Se indicarán las coordenadas de estos Puntos Fijos señalados en el Terreno, así como de los Puntos Clave de la traza del Túnel Vial, con datos contenidos en el proyecto ejecutivo. El control de alineamiento horizontal y vertical en las curvas del Túnel Vial, se llevará a cabo mediante la marcación de los rumbos, distancias y elevaciones previamente calculados, de las cuerdas en las que se divida la curva, desde el PC al PT como se ejemplifica en el plano correspondiente. El licitante contará con un Gabinete Topográfico verificador para checar el alineamiento, rumbos y elevaciones calculadas y su concordancia con las obtenidas en el Terreno.

## **II.2 CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.**

La ciudad de Morelia ha presentado un crecimiento de su mancha urbana hacia la zona sur rumbo al poblado de Jesús del Monte, estando de por medio la Loma de Santa María, lugar donde se han desarrollado fraccionamientos, construido Universidades tan importantes como el Tecnológico de Monterrey campus Morelia y la Universidad Vasco de Quiroga, así como varios Institutos Educativos.

El uso de suelo que se ha permitido es de alta densidad; hoy se puede observar el desarrollo comercial que tendrá este lugar de Morelia. La cantidad de casas habitación que se están construyendo, demandan servicios básicos indispensables, así también más y mas adecuados caminos de acceso.

Ha sido preocupación de las autoridades municipales como estatales el diseño de una carretera de acceso a la Loma de Santa María, existen algunas propuestas y proyectos que han sido analizados por las propias autoridades y por la sociedad civil, sin embargo, la ruta para unir Morelia con la Loma de Santa María tiene que atravesar por la zona protegida como Reserva Ecológica, y subir un desnivel de 180 metros, los proyectos que han sido analizados, no cumplen con la preservación de la zona de reserva, cuya variedad de árboles nativos como los Encinos, se verían afectada con la construcción de las vialidades que se pretendían construir. La solución que se propone para el proyecto ha sido contemplado por Dependencias oficiales tanto de Gobierno del Estado como de Presidencia Municipal, finalmente después de varias reuniones de trabajo y consultas para analizar la mejor alternativa a partir del anteproyecto presentado por la Secretaria de Obras Publicas del Gobierno de Estado y con el arreglo propuesto por la autoridad municipal fue la opción que se eligió para realizar un Proyecto Ejecutivo.

Este proyecto se analizó en mesas de trabajo en las oficinas de El Fideicomiso de Inversiones en Proyectos Estratégicos de la Presidencia Municipal, estudiando la viabilidad, las restricciones, afectaciones, alcances, así como todas las condicionantes del proyecto para lograr optimizarlo y que sean en realidad una obra para el bien común.

Es preciso mencionar que la no ejecución del proyecto, provocará que los accesos actuales estén aún más saturados, incrementando los riesgos de accidentes de tránsito, así como el incremento de la contaminación atmosférica y acústica, situación que se espera empeore debido al acelerado crecimiento de esta zona de la ciudad.

- **Dictamen de uso de suelo**

Un instrumento normativo que regula el uso de suelo y que deriva de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, es el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia 2004, publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 18 de noviembre del 2004, mismo que establece el ordenamiento general, respecto del cual los predios donde se pretende efectuar el trazo del proyecto de la vialidad y el Túnel Vial se localizan en dos tipos de unidades o zonas de uso predominantes: Reserva Ecológica Urbana (REU) y Subcentro Urbano (SCU).

En relación con este Programa y en atención a los usos de suelos permitidos y/o condicionados, el H. Ayuntamiento de Morelia, por medio de Oficio No. SDUMA-DDU-US6087/06, de fecha 27 de noviembre de 2006, emitió dictamen condicionado de uso de suelo para Equipamiento Vial para acceso al lugar conocido como la Loma de Santa María. Cuya copia se incluye en el Anexo "Documentos Legales".

- **Verificación de Congruencia**

Por medio de oficio SUMA-OS-0160/07 de fecha 01 de febrero de 2007 la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente otorga de manera condicionada la Verificación de Congruencia de Dictamen de Uso de Suelo emitido por el Ayuntamiento de Morelia, para "el desarrollo y ejecución del Acceso Vial (Vialidad Panorámica y Túnel Vial) a la Loma de Santa María", Cuya copia se incluye en el Anexo "Documentos Legales".

- **Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio**

El sitio de estudio queda dentro del Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, de la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente; Con política ambiental de protección en donde la clave del uso propuesto para la zona de estudio es de BSA 152 uso propuesto de protección Bienes y Servicios Ambientales (Áreas Naturales Protegidas).

El Ordenamiento Ecológico fue aprobado por los 13 cabildos de la cuenca de la parte de Michoacán. Publicado el Decreto en el Periódico Oficial del Estado, en donde se publicó el día 13 de junio del 2006.

En relación con el programa de ordenamiento ecológico territorial no se encuentra ningún instrumento de esta naturaleza que limite el uso de suelo, ni para la zona del proyecto ni para el municipio de Morelia en general.

## II.2.1 Programa general de trabajo

FIGURA II.7 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO VIALIDAD PRINCIPAL

CONCEPTO	QUINCENAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>01. TERRACERÍAS</b>												
DESMONTE	■											
CORTES	■	■	■	■	■	■						
ACARREOS PRODUCTO DE EXCAVACION	■											
TERRAPLENES (N-CTR-CAR-1-01-009/00)			■	■	■	■	■	■	■	■		
TERRAPLENES REFORZADOS (N-CTR-CAR-1-01-010/00)		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
MUROS TIPO "KEYSTONE" o similar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
RECUBRIMIENTO DE TALUDES (N-CTR-CAR-1-01-012/00)											■	■
<b>02. ESTRUCTURAS Y TRABAJOS DIVERSOS</b>												
MAMPOSTERÍA DE PIEDRA			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-003/04)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RELLENOS (N-CTR-CAR-1-01-011/00)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	■											
<b>03. DRENAJE Y SUBDRENAJE</b>												
ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO		■	■	■					■	■		
CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-003/04)			■	■	■							
ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO			■	■	■							
EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS			■	■	■							
LAVADEROS (N-CTR-CAR-1-03-006/00)											■	■
MUROS DE GAVIONES											■	■
DRENAJE PLUVIAL											■	■
<b>04. PAVIMENTOS</b>												
SUB-BASES Y BASES								■	■	■	■	■
CARPETAS DE CONCRETO HIDRAULICO								■	■	■	■	■
<b>07. SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD</b>												
PINTADO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL p.u.o.t												■
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VIALETAS												■
SEÑALAMIENTO VERTICAL SEGÚN PROYECTO.												■
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE POSTES												■
INDICADORES DE ALINEAMIENTO TIPO "FANTASMA".												■
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE DEFENSAS METALICAS												■
DE LÁMINA GALVANIZADA												■
SEMAFORO DESTELLANTE. en Av. Sansón Flores, P. U. O. T.												■
<b>08. VARIOS</b>												
ANCLAS DE SOPORTE PARA CORTES INESTABLES												■
DRENES PERFORADOS DE P.V.C.												■
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE		■	■	■	■	■						
DISPOSITIVOS DE PROTECCION		■	■	■	■	■						
RECUBRIMIENTO DE BERMAS												■
<b>09. ALUMBRADO PÚBLICO</b>												
											■	■
<b>10. ARQUITECTURA DEL PAISAJE</b>												
										■	■	■
<b>HERRERÍA (Barandales)</b>												
												■
<b>MOBILIARIO Y EQUIPO ( Botes de basura, parabús)</b>												
												■

**FIGURA II.8 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO VIALIDAD GAZA 10**

CONCEPTO	QUINCENAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>01. TERRACERÍAS</b>												
DESMONTE	█											
CORTES	█	█	█	█	█	█						
ACARREOS PRODUCTO DE EXCAVACION												
EXCAVACIÓN PARA CANALES (N-CTR-CAR-1-01-005/00)												
TERRAPLENES (N-CTR-CAR-1-01-009/00)												
<b>02. ESTRUCTURAS Y TRABAJOS DIVERSOS</b>												
MAMPOSTERÍA DE PIEDRA												
CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-003/04)												
<b>03. DRENAJE Y SUBDRENAJE</b>												
ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO												
EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS												
RELLENOS (N-CTR-CAR-1-01-011/00)												
<b>04. PAVIMENTOS</b>												
SUB-BASES Y BASES												
CARPETAS DE CONCRETO HIDRAULICO												
<b>07. SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD</b>												
PINTADO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL p.u.o.t												
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VIALETAS												
SEÑALAMIENTO VERTICAL SEGÚN PROYECTO.												
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE POSTES												
INDICADORES DE ALINEAMIENTO TIPO "FANTASMA".												
<b>09. ALUMBRADO PÚBLICO</b>												
ARQUITECTURA DEL PAISAJE												
HERRERÍA BARANDILLAS												
SUMINISTRO Y COLOCACION DE BOTES PARA BASURA												

**FIGURA II.9 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO TÚNEL VIAL**

CLAVE	ACTIVIDAD GENERAL	MESES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Perforaciones													
2	Excavaciones en superficie													
3	Túnel Piloto y Escapes													
4	Rimado con Minero Continuo y Contrapozos													
5	Ademe													
6	Pavimento													
7	Guarniciones													
8	Instalaciones Eléctricas													
<b>PERSONAL</b>														
	Mano de Obra Directa	32	32	140	140	140	140	140	140	140	140	180	190	190

## II.2.2 Estudio de campo y gabinete

En este apartado se incluyen los estudios que fueron empleados para la elaboración del proyecto ejecutivo de la vialidad panorámica y túnel, los cuales sirvieron para la Manifestación de Impacto Ambiental.

- **Estudio de aforo vehicular**

Incluido dentro del proyecto ejecutivo de la vialidad panorámica la empresa ILCON, S.A. de C.V. realizó aforos direccionales en diferentes cruces con Av. Camelinas, incluyendo los accesos a Santa María existentes (ver anexo Memorias de Cálculo).

**TABLA II.10 RESUMEN AFORO VEHICULAR**

<b>Crucero "Periférico Sur - Jardines del Tiempo"</b>			
Fecha de Aforo: Martes 03 de octubre de 2006	Automóviles	Porcentajes	
Total Promedio Horario	4,799	100.00%	
A Av. Fuentes	549	11.44%	23.72%
A las Américas y a COSTCO	589	12.28%	
<b>Crucero "Av. Camelinas - Blvd. Sansón Flores"</b>			
Fecha de Aforo: Miércoles 04 de octubre de 2006	Automóviles	Porcentajes	
Total Promedio Horario	4,019	100.00%	
A Sansón flores	111	2.77%	10.67%
A Blv. García de León	317	7.90%	

<b>Crucero "Av. Camelinas - Calzada Ventura Puente"</b>			
Fecha de Aforo: Martes 10 de octubre de 2006	Automóviles	Porcentajes	
Total Promedio Horario	5,097	100.00%	
"Suben"	588	11.53%	23.90%
"Bajan"	631	12.37%	
<b>Crucero "Casa de Gobierno"</b>			
Fecha de Aforo: Martes 17 de octubre de 2006	Automóviles	Porcentajes	
Total Promedio Horario	4,083	100.00%	
"Suben"	611	14.97%	23.80%
"Bajan"	360	8.83%	
<b>Crucero "Av. Camelinas - Av. Virrey de Mendoza"</b>			
Fecha de Aforo: Miércoles 11 de octubre de 2006	Automóviles	Porcentajes	
Total Promedio Horario	5,643	100.00%	
"Suben"	678	12.01%	22.41%
"Bajan"	587	10.40%	

- **Topográficos**

Los trabajos realizados en este caso correspondieron al levantamiento del trazo y nivelación para el trazo de la vialidad, complementado con el levantamiento de secciones transversales. En el anexo planos se encuentra incluido el plano correspondiente.

- **Estudio Geológico y geofísico**

La empresa ILCON, S.A. de C.V., realizó el estudio Geológico y Geofísico con el fin de conocer las características geológicas prevalecientes en la zona de interés determinando la estratigrafía, la geología estructural como es fallas, fracturas en rocas de estructura masiva, rumbos, echados y pliegues de las capas existentes así como las condiciones de estabilidad en una forma cualitativa por donde se pretende construir el presente proyecto. Dicho estudio se encuentra incluido en el Anexo "Estudio Geológico y Geofísico"

La zona de estudio se ubica en el escarpe de la falla conocida como "La Paloma", la cual es una falla de tipo Normal con desnivel en este punto de hasta 100 m y que forma parte del sistema regional Morelia - Acambay, descrito anteriormente en la sierra Mil Cumbres.

A lo largo de toda la línea de trazo se efectuaron excavaciones a aproximadamente cada 200 mts, para determinar el tipo de suelo existente en el lugar y con el respectivo análisis de laboratorio realizar las tablas de suelos para las recomendaciones de construcción de terracerías y la elaboración de la "Curva-Masa".

En el tramo estudiado por ILCON no se presentan escarpes de masas en movimiento, pero si existen pequeños bloques que deberán llevar su debido tratamiento.

De la base a la cima se puede observar una brecha soldada y brechas de arrastre que representan el contacto con el substrato andesítico.

**TABLA II.11 ESTRATIGRAFÍA DEL PROYECTO EN LA LOMA DE SANTA MARÍA**

CADENAMIENTO	OBSERVACIONES
Del 0+000 al 0+180.	Se aprecia pequeños fragmentos de roca empacados en arcilla como se aprecia en la siguiente fotografía.
Del 0+250 y en el 0+340	Se aprecian grietas de bajo desarrollo.
En el 0+400.	Existen grandes fragmentos de roca de 3 m de Ø diámetro que son bloques caídos de las zonas altas de este punto.
Del 0+500 a 0+640	Se encuentra roca riolítica donde se aprecia el espejo de falla de manera casi vertical y en algunos casos se presenta fracturada.
En el 0+750	Se encuentra un lloradero de agua en fragmentos de roca empacados en arenas finas.
Del 0+750 al 1+000.	Se encuentra fragmentos de roca empacados en arena y la pendiente se suaviza considerablemente.

El estudio geofísico empleado para la obtención de la resistividad de los materiales del subsuelo es el eléctrico, en su modalidad de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) con arreglo interelectrónico tipo Schlumberger, fue determinado a partir de 5 sondeos eléctricos verticales, teniendo como objetivo determinar las características estratigráficas de la zona, así como las zonas de fracturamiento que pudieran tener los materiales del subsuelo localizados en la zona.

El equipo utilizado para el desarrollo de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV'S) y la calicata eléctrica, consistió en una consola la cual integra un amperímetro así como un procesador para tomar las lecturas directas y una fuente de energía, cuatro carretes de cable monopolar, dos de corriente y dos de potencial, cuatro electrodos de acero inoxidable, una brújula, un geoposicionador satelital GPS y demás equipo de apoyo.

Con estos 5 sondeos geoelectrónicos se construyó su perfil geoelectrónico para cada punto el cual representa los electroestratos que conforman las capas del subsuelo teniendo una profundidad real de exploración de 70 m, lo cual es suficiente para definir las características de los estratos superficiales ya que en estos se manifiestan las estructuras geológicas de interés del proyecto.

De acuerdo con los análisis practicados a la zona de estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

La estratigrafía de la zona de estudio detectada en la exploración geológica es de roca ígnea extrusiva, siendo los afloramientos en la zona de Flujos piroclásticos (Ignimbritas)

de Morelia, flujos de pómez y brechas de Mioceno (> 10 Ma.) perteneciente a la subprovincia fisiográfica de la Sierra de Mil Cumbres.

La zona de estudio se encuentra en el espejo de la falla normal denominada La Paloma, que pertenece al sistema de fallas regional de Morelia - Acambay.

La pendiente que presenta el espejo de falla es cercana a los 80 ° en algunos tramos y en otros es de un ángulo menor.

De acuerdo con el reconocimiento geológico de este tramo cuando aumenta el ángulo de la pendiente se presenta la roca Riolítica.

En la totalidad del tramo estudiado no se aprecian fallas asociadas a las coronas de la inestabilidad de taludes, siendo el mas cercano el denominado "SEDUE" que inicia en la coordenada en X = 273,000 y va hacia la coordenada en X = 274,000, lo que deberá tomarse en cuenta al construir la ultima parte del camino y el portal de entrada a los táludes.

Recomendaciones:

Se deberá realizar una "limpia" de los fragmentos de roca que presenten inestabilidad por arriba de la zona de construcción.

Al realizar el movimiento de tierras de corte y relleno se deberá proteger adecuadamente las construcciones que se encuentran en las zonas bajas del área de proyecto a construir.

El apoyo principal del camino se deberá realizar sobre las brechas volcánicas cementadas y/o sobre las capas rocosas.

Para proteger de futuros desprendimientos se deberá de anclar los taludes formados ya sea en roca o en estratos de fragmentos de roca bien cementadas (brechas volcánicas).

En las zonas donde existen manifestaciones de agua se deberán colocar drenes perforados sobre las paredes de los taludes de manera perpendicular protegiendo estas perforaciones con ademe de tubo de PVC para que el agua fluya por estas perforaciones y sea canalizada a las obras de drenaje del proyecto.

Para los cortes en donde aflora la roca se deberá rellenar las fracturas con lechereada a base de cemento y agua, así mismo se deberá proteger las paredes con malla ciclónica en su totalidad del corte y reforzarlas si se considera conveniente con cemento.

En los afloramientos de estratigrafía de brecha volcánica y de materiales arcillosos se deberá proteger de las aguas pluviales y de igual manera las paredes deberán ser protegidas con cemento y malla.

En los terraplenes se deberá tener mucho cuidado con las aguas pluviales evitando al máximo el contacto del terraplén con estas aguas.

- **Estudio de Geotecnia del túnel**

Dentro de los alcances del proyecto ejecutivo del túnel se encuentra incluido el estudio de geotécnica (ver anexo "Geotecnia Túnel") para lo cual se analizaron los barrenos B1 (96 m) y B2 (55 m) del proyecto Morelia, para determinar el RMR (Rock Mass Rating) y el RQD (Rock Quality Designation).

Se realizaron 62 pruebas destructivas mediante el probador puntual a diversos fragmentos de núcleo de roca representativa del barreno B1 (31 muestras) y B2 (31 muestras), con el objeto de determinar las características geomecánicas de la roca, RQD, Espaciamiento de discontinuidades, Condición de discontinuidades, Agua subterránea.

Del análisis efectuado se observa que la roca es de regular calidad casi en el límite de esta.

Existen 3 sistemas de fracturamiento muy bien definidos en los dos barrenos, uno a lo largo del núcleo y que será perpendicular a la obra. El otro sistema varía de 55° a 75° también se intersectará con la obra y el último sistema de fracturamiento es horizontal a la obra.

La roca en su totalidad y en los dos barrenos se presenta húmeda lo que nos indica que en que existe aporte de agua superficial.

Existen fragmentos de roca volcánica silicificada conformando el conglomerado, lo que hará que la resistencia de esta roca se incremente cuando se presenten estos fragmentos de roca.

- **Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo forestal.**

El estudio Técnico justificativo se basó en un inventario forestal realizado a través de conteo directo de la vegetación arbórea, en el área correspondiente al trazo de la vialidad Panorámica en la Loma de Santa María, para el efecto se hizo el censo total de toda la población y estadísticamente se puede hablar del 99.99% de precisión en cuanto al número de individuos considerados como árboles, lográndose medir todos aquellos con categorías diamétricas mayores a 10 cm y se contabilizaron todos los menores a esta categoría para los diferentes géneros y especies presentes dentro de la superficie del proyecto obteniendo los siguientes resultados. Copia de dicho estudio se encuentra incluido dentro de los anexos.

Para albergar la vialidad superficial, se requerirá afectar especies arbóreas y arbustivas como se muestra a continuación:

- Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
- Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
- Volumen de los árboles mayores a 10 cm.= 153 m<sup>3</sup>
- Número de especies arbóreas encontradas= 28

- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
- Número total de especies encontradas en el trazo= 51

Número total de árboles inventariados= 2,155

En las tablas siguientes se muestra un resumen de la vegetación afectada por especie, indicando volumen por especie, número de individuos, volumen y/o densidades de afectación con nombres comunes y científicos.

**TABLA II.12 RELACION DE FAMILIAS Y ESPECIES DE LOS INDIVIDUOS QUE COMPONEN LA MASA ARBOLADA, ASÍ COMO EL VOLUMEN QUE CUBICO POR ESPECIE.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO Y COMÚN	VOLUMEN TOTAL
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> (Pino)	0.067
Pinaceae	<i>Pinus cenbroides</i> (Pino)	0.061
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Eucalipto)	45.807
Myrtaceae	<i>Eucalyptus bothryoides</i> (Eucalipto)	7.287
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i> (Cedro blanco)	2.360
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> (Casuarina)	2.355
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i> (Encino)	24.243
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i> (Encino)	48.248
Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i> (Encino)	1.761
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> (Encino)	0.462
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Fresno)	2.894
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> (Pirul)	4.034
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosaefolia</i> (Jacaranda)	0.350
Rosaceae	<i>Eriobothrya japonica</i> (Nispero)	0.150
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> (Nogal)	0.172
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> (Arbol de seda)	0.050
Leguminosae	<i>Eysendhartia polystachya</i> (Palo Dulce)	0.400
Leguminosae	<i>Bauhinia variegata</i> (Pata de venado)	0.050
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> (Zapote blanco)	0.086
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i> (Huizache)	0.966
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Tepame)	3.558
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (Tepozan)	2.486
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> (Madroño)	3.560
Rhamnaceae	<i>Condalia velutina</i> (Granjeno)	0.100
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i> (Capulin blanco)	1.070
Oleaceae	<i>Forestiera phyllirioides</i> (Acebuche)	0.422
Cactaceae	* <i>Opuntia</i> sp.	
Ulmaceae	<i>Celtis caudata</i> (Celtis)	0.100
		<b>153.099</b>

**TABLA II.13 RELACION DE FAMILIAS, GÉNEROS Y ESPECIES DE LOS INDIVIDUOS QUE COMPONEN LA MASA ARBOLADA, MENORES DE 10 CM. DE DIAMETRO, ASÍ COMO EL NÚMERO DE INDIVIDUOS.**

Familia	Género/Especie	Numero de individuos
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	2
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	2
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	4
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	126
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	26
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i>	10
Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i>	116
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	59
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	58
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	260
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>	2
Leguminosae	<i>Acacia angustissima</i>	9
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	139
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	50
Rhamnaceae	<i>Condalia velutina</i>	178
Leguminosae	<i>Eysendhartia polystachya</i>	89
Oleaceae	<i>Forestiera phyllirioides</i>	30
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosaefolia</i>	8
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	10
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	6
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	26
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	2
Rosaceae	<i>Eriobothrya japonica</i>	4
Euphorbiaceae	<i>Manihot sp.</i>	3
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	4
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	3
		<b>1226</b>

**TABLA II.14 RELACION DE FAMILIAS, GÉNEROS Y ESPECIES DE LOS INDIVIDUOS QUE COMPONEN LA MASA ARBOLADA, MAYORES DE 10 CM. DE DIAMETRO, ASÍ COMO EL NÚMERO DE INDIVIDUOS.**

Familia	Género/Especie	Numero de individuos
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	0
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	1
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	1
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	243
Myrtaceae	<i>Eucalyptus bothryoides</i>	27
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	18
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i>	11
Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i>	24
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	192
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	101
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	2
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	15
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>	11
Leguminosae	<i>Acacia angustissima</i>	0
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	62
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	20
Rhamnaceae	<i>Condalia velutina</i>	2
Leguminosae	<i>Eysendhartia polystachya</i>	8
Oleaceae	<i>Forestiera phyllirioides</i>	7
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosaefolia</i>	7
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	34
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	1
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	90
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	14
Rosaceae	<i>Eriobothrya japonica</i>	3
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i>	2
Leguminosae	<i>Bauhinia variegata</i>	1
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	1
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	29
Ulmaceae	<i>Celtis caudata</i>	2
		<b>929</b>

- **Estudio de arquitectura del paisaje**

El proyecto de Arquitectura de Paisaje, incluido en el anexo “Memorias de Cálculo” contempla el diseño de pavimentos peatonales, señalamiento, vegetación, jardinería, elementos de alumbrado y mobiliario urbano.

Se determinó el entorno urbano de la zona de proyecto, sus características existentes urbanísticas, los aspectos naturales y las características físicas-naturales a partir de visitas de campo y de información de documentos oficiales.

La diversidad en la fisiografía del terreno ofrece la posibilidad de incorporar al trazo de la avenida algunos factores como perspectivas y vistas panorámicas hacia el Valle de Morelia donde apreciaremos en parte la Ciudad.

El aprovechamiento del paisaje natural y vegetación hace más agradable y ameno el recorrido por el andador peatonal y en sí de la avenida.

El elemento predominante del paisaje que se rescatara, valorará e incorporará es el de buscar abrir la vialidad hacia la vista panorámica del valle donde se encuentra la ciudad.

Para la adecuada planeación de la arquitectura del paisaje se respetó el medio ambiente y características del sitio; el objetivo principal de integrar el proyecto con el medio natural y adecuándolo a las características del sitio; además de que la vegetación resulta ser un elemento indispensable en los espacios abiertos y áreas recreativas.

- **Programas de Manejo**

Se cuenta con los programas que a continuación se mencionan, los cuales están incluidos dentro del Anexo “Programas”.

- *Programa de Manejo de la Madera Resultante de los Árboles Sujetos a Remoción para la Apertura de la Vialidad al Túnel en la Loma de Santa María*

Obedece a la necesidad de remoción de la vegetación en el derecho de vía de la vialidad que conduce al túnel vial, a construirse en la falda de Santa María, para cuyo efecto se requiere que el área de construcción se encuentre despejado de vegetación, y puedan iniciarse las actividades de apertura para la ejecución del proyecto.

- *Programa de Reforestación en el área de Influencia de la Vialidad al Túnel en la Loma de Santa María en Morelia, Michoacán*

Los Objetivos que persigue el programa son:

- Compensar el impacto ambiental de las obras del proyecto, sobre la vegetación, reforestando con especies nativas de la región.

- Enriquecer la biodiversidad vegetal del sitio con especies de coníferas, que propicien mayor infiltración del agua y disminuyan los escurrimientos superficiales.
  - Generar un paisaje más atractivo por la combinación de los árboles que se reforesten y los árboles de encinos y latifoliadas que se encuentran en el área de influencia del proyecto.
- *Programa de Manejo de Fauna en el Área Influencia de la Vialidad al Túnel en la Loma de Santa María en Morelia, Michoacán*

Es preciso señalar que en el sitio donde se llevará a cabo la obra no se tienen reportadas especies en algún estatus de protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Los Objetivos que persigue el programa son:

- Realización de acciones de protección de las especies de fauna silvestre que se verán afectadas por las actividades de preparación y construcción del proyecto a ejecutar.
- Rescate y reubicación a su medio natural de las especies seleccionadas.

### II.2.3 Preparación del sitio

Para la preparación del sitio de la vialidad será necesario remover del terreno la capa vegetal, se procederá al desmonte dentro del área del proyecto y de ser necesario se procederá a la tala para quitar algunos árboles y arbustos; roza para eliminar la maleza, hierba y zacate; y desenraicé para quitar troncos y raíces. También será necesario realizar despiedres.

Los trabajos se iniciarán con el desmonte, desenraíce, despálme y limpieza general del área en donde quedará alojado el cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

El despálme se hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos geotécnicos y de la manera conveniente para eliminar el material orgánico y tierra vegetal.

Todo el producto de excavación que contenga materiales arcillosos y/o tierra vegetal, se puede utilizar para efectuar recargues en las zonas erosionadas adyacentes a las vialidades.

Con el material producto del despálme, se deberán arrojar los taludes de los terraplenes. Con la finalidad de evitar la erosión de los taludes de los cortes y terraplenes, se debe propiciar la forestación.

Inicialmente el sistema de ataque se realizará hacia el lado izquierdo del cuerpo de la vialidad (hacia la ciudad) en la zona de la tierra armada, construyendo un camino de acceso con ancho de 8 m desde el km. 0+000 hasta el km. 1+000.

Enseguida se iniciará la construcción de muros mecánicamente estabilizados, iniciando en el km. 1+000 hacia el km. 0+000, apoyándose siempre en terreno resistente y estable.

En el lado derecho que es la zona de los cortes, se iniciará la excavación de cortes con sumo cuidado del km. 0+000 al 1+000, sin utilizar explosivos para salvaguardar las zonas bajas.

- **Broza y desmonte para la construcción del Túnel Vial**

Se realizará la broza, desmonte y construcción del acceso del equipo minero así como acondicionamiento de la plataforma y taller de operaciones, servicios y mantenimiento e instalación de equipo fijo y móvil que se utilizará en la obra como son instalaciones para oficina, vestidores y servicios para el personal.

- **Excavaciones superficiales a la entrada del Túnel Vial**

Se realizarán excavaciones en material tipo C, con equipos como tractor y martillo de alto impacto para descubrir y preparar el frente de macizo rocoso donde iniciarán las voladuras controladas. El piso de estas excavaciones superficiales se controlará al igual que en el Túnel Vial al nivel indicado en proyecto ejecutivo. Con el material producto de las excavaciones se irán construyendo las plataformas de maniobras en la entrada del Túnel Vial.

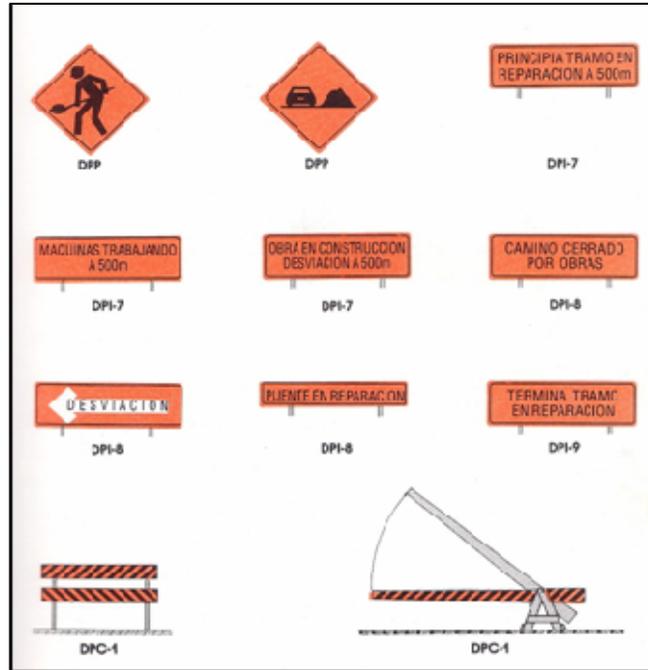
## **II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

Dentro de las actividades provisionales del proyecto se encuentran las siguientes:

### **Colocación de barreras de Protección**

Se utilizan para prevenir a los usuarios sobre el cierre o restricción de una parte de la vía de circulación, colocándose de tal forma que la reducción sea gradual, evitando que se produzcan cambios bruscos a la trayectoria del tránsito.

**FIGURA II.10 DISPOSITIVOS PARA LA PROTECCIÓN DE OBRAS**



**TABLA II.15 DIMENSIONES DE LAS BARRERAS DE PROTECCIÓN.**

DIMENSIÓN DE LOS TABLEROS (CM)
20, 30, 40 X 122
20, 30, 40 X 244

Las barreras de protección se colocan en postes cuando las obras son de largo plazo y sobre caballetes portátiles cuando son de corto.

Color y visibilidad: En las barreras de protección se utilizan franjas alternadas de color naranja y blanco reflejantes de 10 cm. de ancho, inclinadas a 45° de tal manera que sean convergentes hacia el sentido del tránsito, esto es, descendiendo de derecha a izquierda. El carácter reflejante de las señales es para asegurar su visibilidad aun de noche, a pesar de que las vías estén bien iluminadas, previniendo una falla en el suministro eléctrico.

Los conos se utilizan en los casos donde la velocidad, los volúmenes de tránsito y la visibilidad, no haga necesario el uso de las barreras. Los conos se emplean para encauzar al tránsito, dividir los carriles de la circulación contraria y los carriles cuando dos o más se mantienen abiertos en el mismo sentido. También se utilizan para delimitar trabajos mantenimiento y servicio de corto plazo.

## Banderines y Cinta de Polietileno

Los banderines en cordón y la cinta de polietileno se utilizan principalmente para guiar a los peatones a través de la zona de trabajo, y asegurar que se alejen de los lugares peligrosos, delimitando su zona de circulación. Los banderines son de plástico de forma triangular de 30 cm. por lado, de color naranja. El cordón que los une comúnmente es de plástico.

## Dispositivos Luminosos

Las actividades de control de tránsito temporal a menudo crean condiciones inesperadas en la vía o en sus proximidades, particularmente por la noche cuando la visibilidad de los conductores se reduce severamente. Por ello es necesario complementar las señales reflejantes, las barreras y los dispositivos de canalización con dispositivos luminosos.

Los dispositivos luminosos son fuentes de luz que se utilizan para llamar la atención e indicar la existencia de obstrucciones o peligros, específicamente durante la noche; aunque es recomendable, en algunos casos, utilizarlos durante el día cuando la claridad y la distancia de visibilidad sean reducidas.

Los dispositivos luminosos mayormente utilizados incluyen: Luces eléctricas, lámparas de destello y paneles con luces intermitentes.

## Maquinaria y equipos

Para la realización de las obras se utilizará maquinaria pesada para los trabajos propios de la construcción de la vialidad como excavación, nivelación, acarreo de material, etc. Para lo cual se utilizará el equipo que se muestra en la tabla siguiente:

**TABLA II.16 PROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO A SER UTILIZADO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIALIDAD**

MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	UTILIZACIÓN
Camioneta doble tracción	Variable	Transporte y supervisión
Camión 3 ton	Uno	Transporte de material e insumos
Vibrador de inmersión	Variable	Compactación del concreto por medio de vibración interna.
Regla vibratoria	Variable	Combina una gran fuerza centrífuga para consolidar eficientemente la mezcla de concreto.
Camión D6, D8 o similar (bulldozer)	Uno	Movimiento de tierras
Retroexcavadora de oruga y ruedas	Uno	Excavaciones
Volteos de 7 m <sup>3</sup>	Dos	Acarreo de material
Autorrevolvedoras	Variable	Revolvedoras de concreto
Equipo menor (track-drills)	Variable	Perforadora

También se utilizará maquinaria pesada para los trabajos propios del Túnel Vial, como excavación, nivelación, acarreo de material, etc. Para lo cual se utilizará el equipo que se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA II.17 PROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO A SER UTILIZADO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL VIAL**

MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	UTILIZACIÓN
Tractor y martillo de alto impacto	2	Excavaciones superficiales a la entrada del Túnel Vial
Barrenador jumbo Electro-Hidráulicos autopropulsados con motor diesel	2	Se utiliza para la barrenación horizontal de Frente en la perforación del Túnel Vial
Minero Continuo del tipo "Alpine" modelo AHM150 de 120 tons., de peso o similar	1	Ampliación del Túnel Vial a las dimensiones totales del proyecto
Cargador de bajo perfil (scoop tram) de 3.5 yardas de capacidad de cucharón o mayor	3	Equipo de rezagado
Camiones de volteo	8 por turno	Acarreo de material
Autorrevolvedoras	2	Revolvedoras de concreto
Equipo neumático para lanzado de concreto	2	Para concreto lanzado
Trascabo	1	Sitio de relleno autorizado
Planta Generadora	1	Jumbo
Compresor Portátil	2	Perforadoras y Explosivos
Camionetas 1/2 y 3 Toneladas	2	Servicios
Microbús	1	Transporte de personal
Máquina perforadora de pierna	8	barrenación secundaria
Equipo de soldar	1	Tuberías aire comprimido
Equipo topográfico	1	Control topográfico
Lámparas Mineras	40	Túnel

## II.2.5 Etapa de construcción

### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO DE LA VIALIDAD PANORÁMICA

La construcción de la vialidad, comprende 5 etapas principales: terracerías, obras de drenaje, pavimentación, obras complementarias y señalamientos:

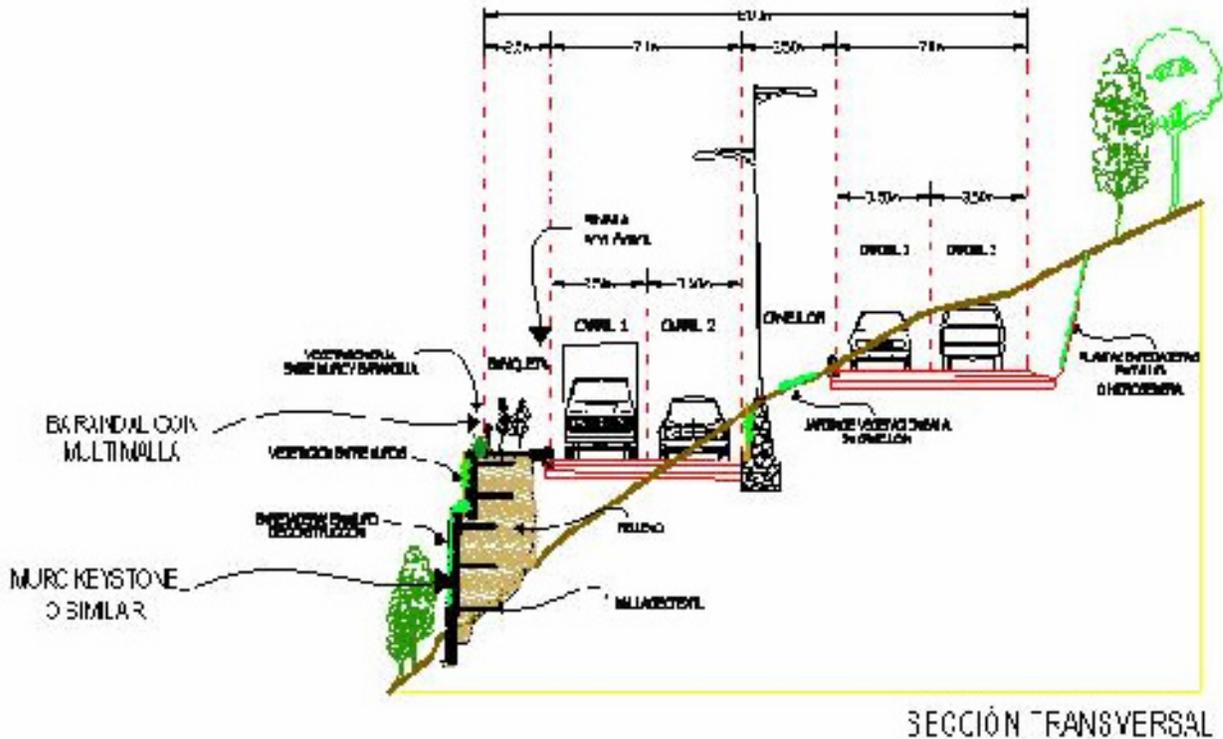
**TABLA II.18 OBRAS POR REALIZAR**

ETAPA	ACTIVIDAD
Terracerías	Desmonte Despalme Malla de protección contra material suelto Cortes Aplicación de Anclas de Acero Terraplenes Muros Mecánicamente Estabilizados Acarreos
Obras de drenaje	Construcción cunetas Construcción contracunetas. Construcción de subdrenes
Pavimentos	Base Hidráulica. Riego de Impregnación Losas de Concreto Hidráulico
Obras complementarias	Bordillos Defensa metálica
Señalamientos	Horizontales Verticales

La ejecución de los trabajos deberá cumplir con lo indicado en las Normas de Construcción e Instalaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes vigentes, así como en la calidad de los materiales con lo estipulado por la propia Secretaria en sus Normas actuales.

La vialidad panorámica constará de dos calzadas de 7 m de ancho cada una, con dos carriles por sentido de 3.5 m de ancho, camellón central continuo de 3m de ancho y un andador peatonal de 2.5 m de ancho, en cuerpo izquierdo (de lado de la ciudad).

**FIGURA II11 SECCION TIPO DE LA AV. PANORAMICA ECOLOGICA.**



A continuación se señala el proceso constructivo propuesto por la empresa ILCON, S.A. de C.V. quien realizó el proyecto ejecutivo de la vialidad.

Los trabajos se iniciarán con el desmante, desraíce, despalle y limpieza general del área en donde quedará alojado el cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

El despalle se hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos geotécnicos y de la manera conveniente para eliminar el material orgánico y tierra vegetal.

Todo el producto de excavación que contenga materiales arcillosos y/o tierra vegetal, se puede utilizar para efectuar recargues en las zonas erosionadas adyacentes a las vialidades.

Al hacer las excavaciones y movimientos de tierra por ningún motivo se utilizarán explosivos; solamente se emplearán excavadoras, tractores de máxima potencia, martillos y químicos expansores para hacer dichas excavaciones.

Se deben excavar solamente en la sección de proyecto y no se dejarán salientes ni materiales sueltos en los taludes de los cortes.

Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual ó mayor al 25%, se anclarán al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los cerros del mismo.

En este caso, los terraplenes se utilizarán un sistema de “muros mecánicamente estabilizados” en donde también se sembrarán especies vegetales.

Previamente a la construcción de la tierra armada, se eliminará el material arcilloso, semisuelto ó inestable para formar un terreno de cimentación resistente, para evitar fallas por deslizamientos o deformaciones.

En los taludes de los cortes y en las zonas adyacentes, no se dejarán fragmentos rocosos ó porciones considerables de material susceptibles de desplazarse o derrumbares hacia el camino. También se incluirán bermas en los cortes y se sellará el piso de estas bermas con una capa de concreto hidráulico. Asimismo, los cortes se estabilizarán con anclas de acero.

La construcción de obras de drenaje se harán antes de iniciar la construcción de terracerías, concluidas tales obras, deberán arroparse adecuadamente con material de buena calidad para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción.

Se deberá propiciar en lo posible la forestación o siembra de vegetación de los taludes de los cortes y terraplenes con plantas y/o arbustos para evitar la erosión de los mismos.

En todo el tramo y donde indique el proyecto las cunetas deberán revestirse con mampostería de fragmentos de piedra obtenidas por selección de cortes de toba y cantera.

Debe evitarse que la boquilla de aguas debajo de las alcantarillas, descargue sus aguas sobre el terraplén construido, en estos casos de ser necesario la obra de drenaje se prolongará con lavaderos.

En este caso, en el lado de los terraplenes se construirá con un sistema de muro mecánicamente estabilizado, apoyados siempre en terreno resistente y estable.

El material o suelo para la construcción de la tierra armada deberá cumplir con las características especificadas por las normas particulares del sistema que se trate.

El material que forme la capa subrasante, no deberá contener partículas mayores de 75 mm. (3”). Cuando éstas existan deberán eliminarse mediante “papeo”.

Todos los materiales a usar deberán ser “compactables” no arcillosas, construyéndose en capas horizontales.

Se colocarán tuberías de concreto reforzado con diámetro de 1.20 m, para que los animales pequeños y medianos puedan transitar de un lado a otro de la vialidad.

- **Terracerías**

Los cortes y terraplenes se construirán de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico, cuando la sección de construcción se apoye en forma parcial o total fuera del camino actual se procederá a realizar el despálme correspondiente en el espesor requerido de acuerdo al estrato existente de material con materia orgánica.

En todos los casos el cuerpo de terraplén, se compactará al 90%; y la capa subrasante se compactará al 100%; los grados de compactación indicados son respecto a la Prueba AASHTO Estándar.

Se realizará el desmonte, despalme y limpieza del área por construir para eliminar la materia orgánica y materiales de mala calidad, en un espesor de veinte a treinta (20 a 30) centímetros, de acuerdo con el proyecto.

En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalme y/o corte correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m.; ó bandearse según sea el caso.

Se harán las excavaciones hasta tener el piso firme, resistente y estable, para la construcción de los muros mecánicamente estabilizados tipo “keystone” considerando las especificaciones respectivas; el material producto de excavación se almacenará en un banco de desperdicio para su posterior tratamiento y utilización, previo análisis de laboratorio.

Se compactará el piso descubierto al 90% de su peso volumétrico seco máximo AASHTO Estándar (PVSM - AE) en una profundidad de 15 cm, o bien, se bandeará de acuerdo a las especificaciones.

A continuación se colocará una capa de material pétreo tipo “filtro”, a la cual se le darán cinco pasadas con el equipo de compactación vibratorio y se le agregarán al mismo tiempo agua a razón de 100 lts/m<sup>3</sup> de pétreo; el espesor compacto de esta capa será de 30 cm.

Entre los kms. 0+000 y 0+300 que es una zona arcillosa y suelos aluviales el espesor de esta capa de materiales tipo filtro será de 50 cm compactos como mínimo. Se eliminarán todos los materiales clasificados como tipo CH ó CL y se desplantará el acceso en suelos tipo SC ó SM o en otros de mejor calidad.

A continuación se construirá en el lado de los terraplenes la tierra armada de acuerdo con las indicaciones de la patente “keystone” o similar, compactando los suelos al 95% del PVSM - AE. Como ya se indicó el terreno de cimentación debe quedar estable y resistente.

Sobre la capa de material tipo “filtro” y los terraplenes de tierra armada, se construirá una capa subrasante con espesor de 20 cm compactos al 100% del PVSM - AE.

- **Obras de drenaje**

Las cunetas deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico de f'c = 100 kg/cm<sup>2</sup> con un espesor mínimo de 8 cm.

- **Pavimento de Concreto Hidráulico.**

- **Base Hidráulica.**

Sobre la capa subrasante se construirá una capa de base hidráulica de 20 centímetros de espesor misma que se compactará al 100% del P.V.S.M. AASHTO modificada, A esta capa se le agregará un 3% de cemento hidráulico para mejorar su calidad.

- **Riego de Impregnación.**

Con el objeto de proteger la capa de base hidráulica, se aplicara un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento o medio, a razón de 1.6 l/m<sup>2</sup>. Se podrá “porear” el riego con arena bien esparcida.

- **Losas de Concreto Hidráulico**

Después del riego de impregnación, se construirá las losas de concreto hidráulico que en todos los casos tendrá un espesor de 20 cm compactos.

La carpeta de concreto hidráulico cumplirá con el índice de perfil especificado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La resistencia de las losas de concreto hidráulico será de 45 kg/cm<sup>2</sup> medidos con el método de tensión por reflexión (módulo de ruptura).

Las dimensiones de las losas serán de aproximadamente 3.5 X 3.5 m y se colocarán pasajuntas y varillas de “liga”, ambos con límite elástico de 4,200 kg/cm<sup>2</sup>, mín.

Las ranuras deben sellarse con un producto asfáltico de alta fusión o similar.

**Datos del pavimento:**

Confiabilidad (R): 80%

Desviación estándar (So): 0.37

Modulo de ruptura del concreto (Mr): 6.40.1 Psi

Modulo de elasticidad del concreto (Ec): 4,320,675 Psi

Coefficiente de transparencia de carga (J): 3.2

Modulo de subreacción del suelo de apoyo (K): 300 Pci

Coefficiente de drenaje: 1.1

Índice de servicio inicial (Po): 4.5

Índice de servicio final (Pt): 2.5

De acuerdo al espesor encontrado y siguiendo el criterio AASHTO, el proveedor CEMEX recomienda la siguiente modulación:

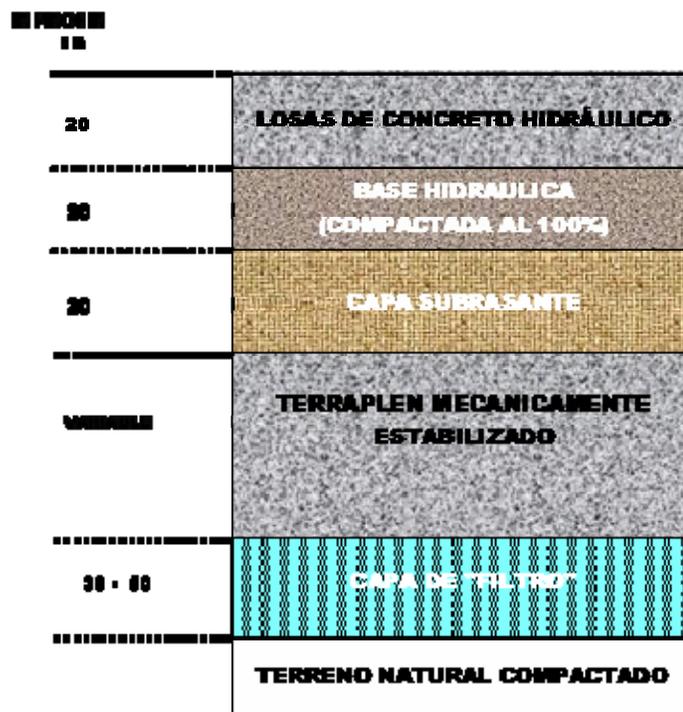
Separación máxima de juntas transversales= 4.66 m

Rango de separación de juntas longitudinales= 3.0 a 4.5 m

**TABLA II.19 ESPECIFICACIONES DEL PAVIMENTO RIGIDO**

Espesor pavimento	Diámetro (in)	Longitud (cms)	Distancia al extremo libre (m)			
			3.05 m	3.66 m	4.27 m	7.32 m
Hasta 14	½	64	76	76	76	64
Hasta 18	½	71	76	76	76	51
Hasta 21.6	½	79	76	76	71	41
Hasta 25.4	5/8	81	91	91	91	56
Hasta 30.5	5/8	91	91	91	79	46

FIGURA II.12 SECCION ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO

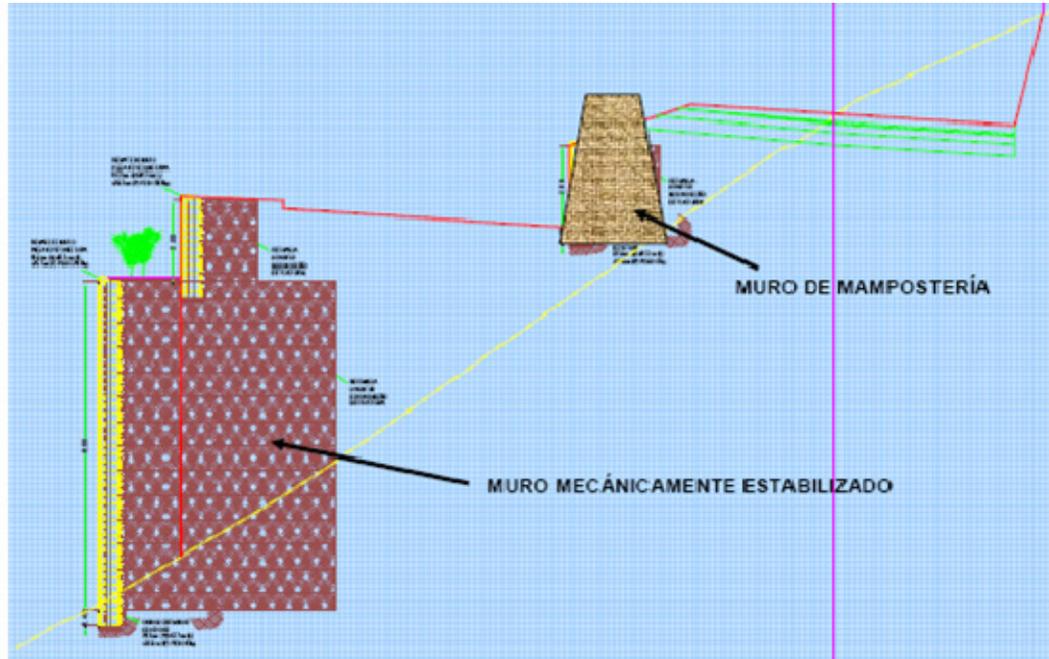


- **Construcción de Muros Mecánicamente Estabilizados en la Zona de Terraplenes**

En la sección de cortes en balcón, en el lado de los terraplenes se construirá un sistema de muros mecánicamente estabilizados tipo “keystone” o similar con amplia garantía que debe ser demostrada, empleando materiales de calidad adecuada, de acuerdo con el sistema de que se trate.

Se reitera que al hacer las excavaciones para formar los escalones de apoyo de los muros de tierra armada, el terreno de cimentación debe ser estable y resistente y en posición sensiblemente horizontal.

**FIGURA II.13 DETALLE DE ESTABILIDAD DE TALUDES**



- **Aplicación de Anclas de Acero en el Lado de los Cortes**

Se pretende no dejar taludes altos.

En el lado de los cortes se colocarán anclas de acero haciendo perforaciones de aproximadamente 3 pulgadas y se colocarán torones de acero de preesfuerzo, se inyectarán y se tensarán.

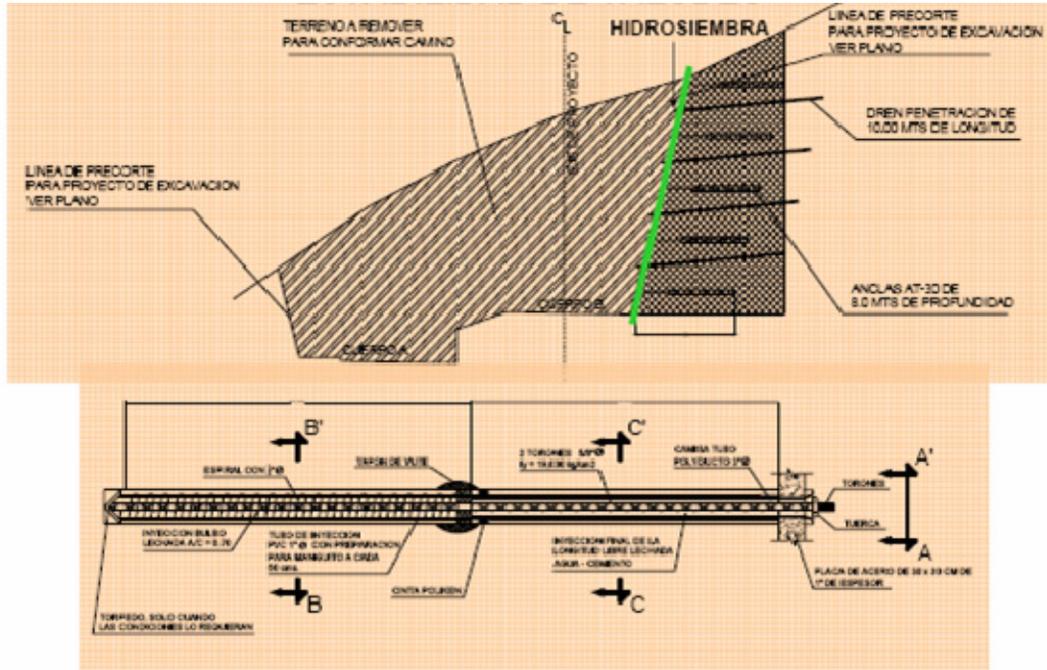
Asimismo, se construirán subdrenes horizontales de penetración para drenar el agua producto de filtraciones subterráneas.

Con este procedimiento, se estabilizarán los cortes en material tipo toba riolítica, riolita o ignimbrita.

La ubicación de las anclas y su longitud, en el proyecto ejecutivo realizado por ILCÓN son aproximadas. Después de hacer las excavaciones para formar los cortes en la carretera, se podrán rectificar los lugares en donde se colocarán las anclas de acero y los subdrenes horizontales en forma definitiva.

Si durante el proceso de construcción se encuentran materiales muy alterados e inestables, se les dará tratamiento especial con bermas, subdrenes, abatimiento de taludes, muros de contención, mallas de triple torsión, hidrosiembra, concreto lanzado, etc.

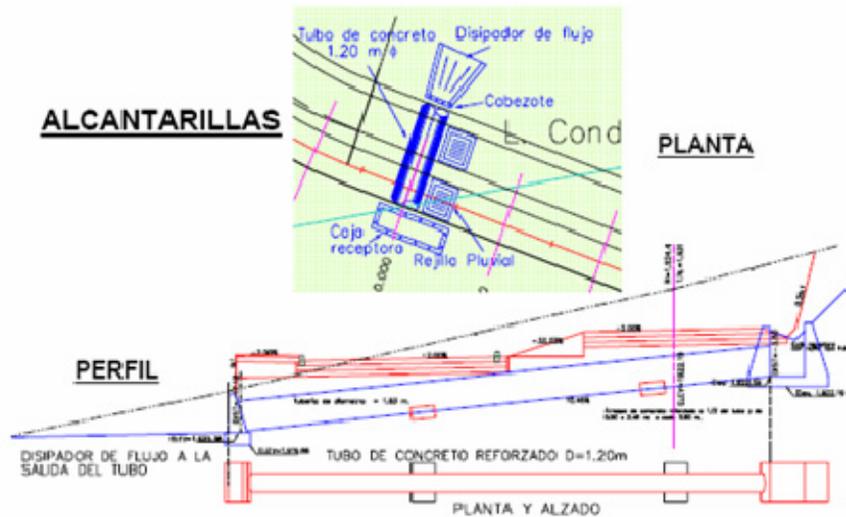
**FIGURA II.14 ESTABILIDAD DE TALUDES**



- **Tuberías para el paso de fauna**

Para atender la pequeña fauna, se colocarán tubos de concreto reforzado transversales con diámetro de 1.2 m, a cada 250 m aproximadamente, para que la pequeña fauna cruce la vialidad.

**FIGURA II.15 PASOS DE FAUNA Y ALCANTARILLAS**



- **Drenaje y subdrenaje**

Se construirá una contracuneta o canal aguas arriba de la obra con un área hidráulica de 1.5 m<sup>2</sup> mínimo, recubierta con un zampeado de mampostería obtenido del material producto de los cortes. Además, se construirán debidamente todas las obras de drenaje transversal y superficial.

Asimismo, se construirán subdrenes verticales en zanja en los subtramos indicados, de acuerdo con lo que se indica en el Anexo N° 2-12.

Se pueden también utilizar subdrenes prefabricados tipo “rolodrén” o similar.

**FIGURA II.16 SISTEMA DE DRENAJE**



- **Malla de protección contra material suelto**

Al efectuar la construcción de terracerías, se debe colocar a 10 metros aproximadamente aguas abajo de los muros de tierra armada, una malla de acero de triple torsión con altura del orden de 2.0 a 2.5 m, debidamente anclada con postes de acero de 3 pulgadas de diámetro colocadas a cada 4 m aproximadamente y desplantados cuando menos a una profundidad mínima de 2 m, rellenando los pozos de sujeción con concreto hidráulico f 'c=200 kg/cm<sup>2</sup>, y usando cables tensores.

La longitud de esta malla puede variar de 50 a 100 m por subtramo, dependiendo del área de trabajo.

El objetivo de las mallas es tratar de interceptar los caídos de tierra y material pétreo que ocasionalmente puedan caer hacia el lado de aguas abajo del acceso, hacia las casas.

Lo anterior, no significa que se debe trabajar indiscriminadamente sin precaución, dejando caer piedras y material sin control.

Por el contrario, la empresa ejecutora de la obra deberá tener el máximo cuidado posible, trabajando con los equipos adecuados, en buenas condiciones de seguridad y tomando todas las medidas precautorias para evitar derrames de materiales de todo tipo.

La malla es solamente como una medida de protección contingencial.

- **Geomembrana en la superficie del talud para la hidrosiembra**

Para la colocación de la geomanta biodegradable (peso de 240 a 350 gr./mt<sup>2</sup>) debe fijarse adecuadamente mediante clavos de 6" en la parte superior del talud se cavara una zanja a una distancia no menor a 70 cm. de la corona del talud la cual tendrá un ancho no menor a 30 cm. y una profundidad no menor a 20 cm. en la zanja se procederá a colocar la manta con un dobles de por lo menos 20 cm. de ancho para evitar que la red se desgarre, colocando en la parte media del mismo clavos de sujeción de 6" separados a no menos de 30 cm. entre sí. A lo ancho de cada banda de geomanta se colocaran clavos de 6" con una separación al tresbolillo de no más de 70 cm. a fin de garantizar que la manta se mantendrá en su posición y con un contacto adecuado con el terreno durante el tiempo necesario, las bandas de geomanta necesarias para cubrir la totalidad de la superficie del talud se colocaran con un traslape entre las mismas de no menos de 10 cm. para evitar que la manta se abra y existan infiltraciones de agua directamente hacia el talud. Se aseguraran con clavos de 6" siguiendo la línea de unión. El contratista será el responsable de garantizar la fijación de la geomalla sobre la superficie del talud.

- **Hidrosiembra**

La vegetación que se sembrará, será una mezcla de semillas de pastos y leguminosas, con un mínimo de semilla de 250 gramos por metro cuadrado, la cual se determinara de acuerdo a las condiciones del lugar y se establecerá de común acuerdo entre el contratista y la dependencia.

Para asegurar la adecuada germinación de la mezcla se adicionará una composición de fertilizantes orgánicos que a continuación se detalla:

- 1) Fertilizante orgánico de liberación lenta. Consistente 100% de un granulado microbiano compuesto de hongos procedentes del penicillium y bacterias de la tierra.
- 2) Fertilizante orgánico de liberación rápida, a base de una Amida fosfórica de azúcar orgánica, consistente de un compuesto sacaroso, ácido fosfórico y una base de nitrógeno orgánico.

Como soporte para proveer una fijación adecuada para la hidrosiembra y un medio idóneo para la germinación de la semilla, se utilizará una combinación de fibra de celulosa de madera 100% virgen con fibras no menores a 0.5 mm. Las cuales deberán de estar pigmentadas de color verde fotodegradable para poder apreciar la correcta aplicación de la siembra.

Así también se utilizara un estabilizador orgánico de suelo en base de un compuesto de polímero de hidrocarbón, el cual será totalmente biodegradable, que ayudará a una mayor adherencia entre las fibras de madera y un aglomeramiento de la capa superficial de suelo.

- **Señalamientos**

Se colocará todo el señalamiento horizontal y vertical necesario para la correcta operación de esta vía pública, además del señalamiento de protección de obra, en forma oportuna, en aquellas áreas en donde se requiera, como cruces y zonas de acceso.

Las marcas sobre el pavimento pueden ser continuas o discontinuas y su función es similar a las utilizadas en el tránsito normal; esto es: las rayas continuas indican que no deben cruzarse y las discontinuas pueden cruzarse siempre y cuando se haga con precaución. Partiendo de esta clasificación, se tienen: las rayas centrales, rayas canalizadoras, rayas en las orillas de la superficie de rodamiento, rayas canalizadoras, rayas de parada y rayas para el cruce de peatones.

Las rayas deberán ser de color blanco hechas con pintura especial para pavimentos con microesferas de vidrio para hacerlas más visibles durante la noche o en condiciones donde la visibilidad disminuye. El ancho de las rayas es de 10 cm., con excepción de la raya canalizadora que es de 20 cm., la de parada que es de 40 cm para las calles y 60 cm. para las vías rápidas, y la peatonal que es de 30 cm.

El conductor requiere de un tiempo para percepción, intelección, emoción y voluntad para reaccionar con seguridad, por lo que entre más complicada se presente una situación, requerirá de mayor tiempo para reaccionar, de ello que los tiempos podrán variar desde 0.5 segundos para situaciones simples, hasta 3 o 4 segundos para situaciones más complejas.

**TABLA II.20 TIPO DE SEÑALAMIENTOS**

TIPO DE RAYA	II.2.5.1 USO	NÚMERO Y SEPARACIÓN
Central	Separan 2 sentidos de circulación.	Una o dos rayas continuas, separadas entre sí 10 cm.
Separadora de carriles	Separan carriles del mismo sentido de circulación.	Rayas discontinuas pintadas en tramos de 2.5 m separadas entre si 5.0 m. En vías rápidas su separación es de 5.0 m separadas entre sí 10.0 m.

(Continúa)

(Continuación)

TIPO DE RAYA	II.2.5.2 USO	NÚMERO Y SEPARACIÓN
Orilla de pavimento	Guían a los conductores dentro de su carril de circulación y para percibir obstáculos que se encuentren muy cerca del pavimento	Una raya continua.
Canalizadora	Indican la reducción en el ancho del pavimento, guían y canalizan al tránsito sin provocar interferencias.	Una raya continua.
De parada	Indican la detención de los vehículos, con la ayuda de un banderero.	Una raya continua que cruza todos los carriles que tengan el tránsito en el último sentido.
Para cruce peatonal	Indican la detención de los vehículos para el cruce de peatones, con la ayuda de un banderero.	Dos rayas paralelas continuas transversales a la vía de circulación separadas entre sí, del mismo ancho de las banquetas y en ningún caso menor a 2.0 m ni mayor de 4.5 m.

Los tiempos de reacción del conductor están involucrados con la determinación de distancias de visibilidad de parada, de rebase y de velocidad de seguridad en los accesos a intersecciones. A continuación se muestran los tiempos de respuesta a diferentes estímulos.

**TABLA II.21 TIEMPOS DE REACCIÓN DEL CONDUCTOR**

ESTÍMULO	TIEMPO DE REACCIÓN EN SEGUNDOS
Luz	0.18
Sonido	0.14
Tacto	0.14

FUENTE: MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE VIALIDADES, SCT 1991

Por lo anterior es importante llevar a cabo una adecuada señalización, la cual deberá cubrir cinco requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad importante.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje claro.
- Imponer respeto a los usuarios.
- Colocarse en un lugar visible y apropiado a fin de dar tiempo a reaccionar.

- **Alumbrado**

Para la instalación eléctrica del "Alumbrado Av. Panorámica ecológica" y obras complementarias, para el proyecto en general contiene lo siguiente:

- 1.- Acometida en media tensión (13.2 KV), tipo aéreo-subterránea, con transición entroncada a la línea de CFE existente.
- 2.- Dos Subestaciones tipo pedestal de 25 KVA, 13200/7620, 240/120 V. 2 F. 2 H. 60 HZ.
- 3.-Alimentadores a 220 V., de 2 F., 2 H + tierra física, a los circuitos de alumbrado público.

El proyecto esta diseñado de acuerdo a los lineamientos de las siguientes Normas y Especificaciones:

- NOM-001-SEDE-1999," Instalaciones eléctricas Utilización"
- NOM-013-ENER-1996, "Eficiencia energética alumbrado en vialidades y exteriores de edificios";

La instalación eléctrica de esta obra esta compuesta por lo siguiente:

- Suministro de energía eléctrica en media tensión (13200 V.)
- Distribución de energía en baja tensión a 240 V., 2F., 2H., 60 Hz.
- Luminarias en Aditivos Metálicos para Alumbrado público en tensiones de 220 V, 2 F., 60 Hz.

Las instalaciones de alumbrado público de la Av. Panorámica, constan de una acometida aéreo-subterránea que se conecta a la línea de media tensión (13,200 V.) existente, al final del Blvd. Sansón Flores de la transición llegará en forma subterránea a los registros de media tensión que alimentaran dos transformadores tipo "pedestal" de 25 KVA,1F.2H.; los cuales estarán ubicados en el KM. 0+247 y 0+760.

Cada uno de los transformadores alimentara una carga de 12,700 y 11,400 W para energizar a 77 luminarios de aditivos metálicos de 250 W. Los luminarios propuestos son marca IEP, tipo AP-101 color azul Ral 5003, Cat. 88223. Todas las canalizaciones serán subterráneas con poliducto de alta densidad tipo PAD.

1.- Carga instalada: La carga instalada es la suma de las cargas de todos los luminarios a instalarse que en este caso son 75 luminarias de 250 W, VSAP, dando una carga total de 23,700 W, considerando la carga de los balastos.

Los parámetros que se requieren para el transformador son los siguientes:

Tensión primaria: = 13,200 Volts tensión secundaria = 220 Volts

Capacidad en KVA: 25.60 W No. de fases: 3 Conexión: Delta - Estrella

Impedancia en % Z= 2.6 Elevación Máx. De Temp. 40

Altura de Operación: 1000 MSNM.

La capacidad seleccionada del transformador es de 25 KVA monofasico.

Cálculo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en el transformador:

Si la tensión eléctrica nominal es mayor de 600 Volts, de acuerdo con el artículo 450-3 a) y su tabla respectiva, deben, en lugares no supervisados, tener dispositivos de protección en el primario de capacidad o ajuste para operar a no más de 600% de su corriente nominal si es interruptor automático; y no más de 300% si son fusibles. Y en el secundario a no más de 250% de la I Nominal, si son interruptores automáticos o fusibles; cuando el potencial del secundario no exceda de 600 V.

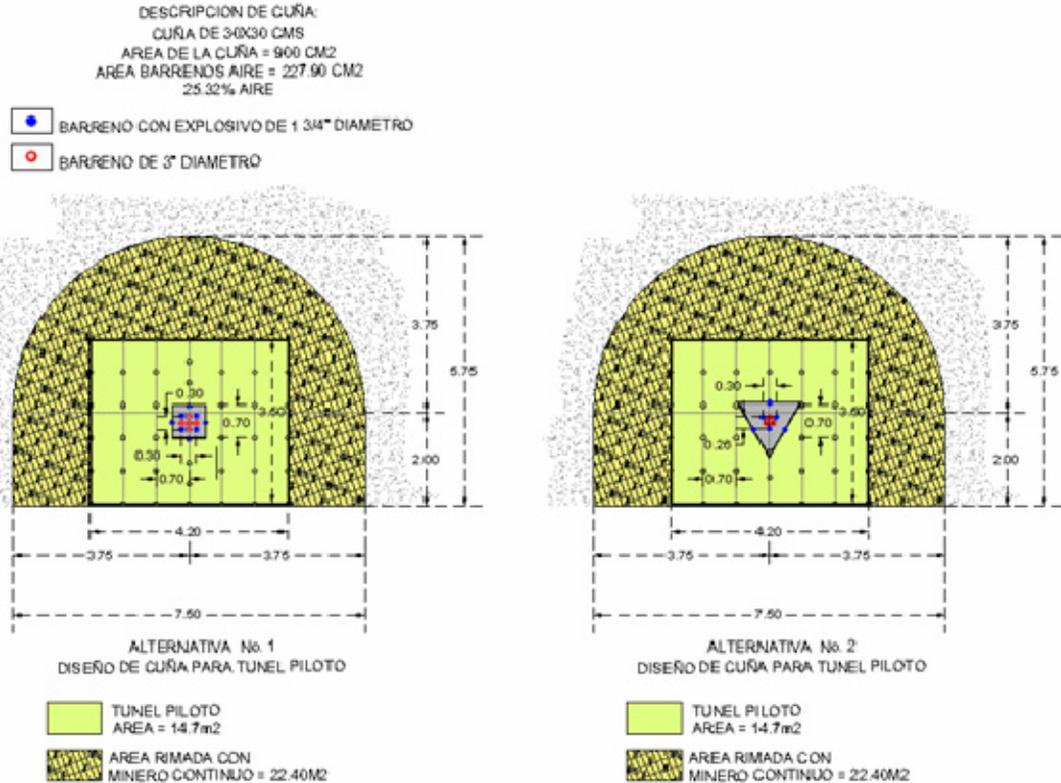
## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL VIAL

El Túnel Vial se desarrollará por el método tradicional, es decir, con barrenación y explosivo. La ampliación se realizará con una máquina que no requiere el uso de Explosivos llamada Minero Continuo.

Las rocas duras se pueden perforar y volar avanzando de 3 a 6 m cada vez. Si la roca es débil o está astillada, es necesario un soporte temporal que consiste en costillajes de acero llamados marcos que se acuñan contra la roca y algunas veces se colocan tablonces entre ellos para evitar el desprendimiento de fragmentos de roca. En rocas en mejor estado se colocan pernos de anclaje. Es costumbre usar revestimientos permanentes de concreto para resistir la presión que se produce o para reducir el rozamiento interior.

En las masas de roca homogénea que no hayan sufrido esfuerzos tectónicos, el estado inicial es esencialmente el de reposo. Los trabajos de perforación del Túnel Vial hacen que se incremente el esfuerzo tangencial. Las rocas homogéneas fuertes pueden resistir esfuerzos de compresión sin confinar, extremadamente altos, por lo que el revestimiento o los soportes son innecesarios para sostener a grandes profundidades el equilibrio elástico.

## FIGURA II.17 DESCRIPCIÓN GRAFICA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL PILOTO



Los principios básicos que deben regir su geometría pueden resumirse en lo siguiente:

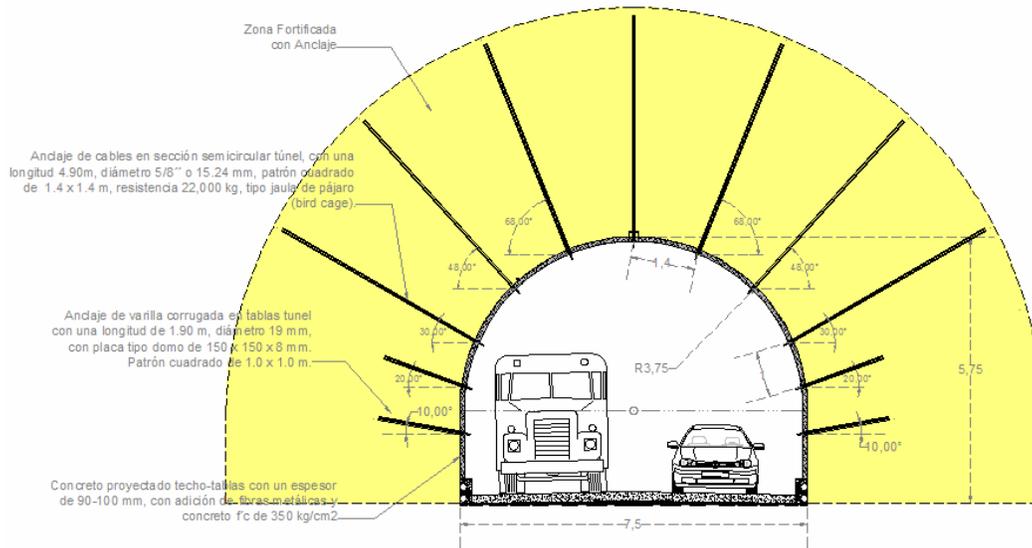
La capacidad de un Túnel Vial debe compararse aceptablemente con la de la carretera al aire libre.

Las limitaciones máximas de anchos de carril y pendiente deben ser congruentes entre ambos tramos.

Por lo anteriormente expuesto, la geometría del Túnel Vial está en función directa con las características del tránsito vehicular que circulará y del nivel de servicio que se pretende ofrecer.

Sin embargo, existen otras limitantes ajenas a estos aspectos que en determinado momento pudieran obligar el dimensionamiento, tales como las características estructurales de la masa rocosa por atravesar o espacios requeridos para alojar ductos de ventilación.

## FIGURA II.18 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL VIAL



Ver Plano DETALLES DE FORTIFICACION EN TUNELES (PL-Fort-02\_TSM\_V-1.6.dwg)

La excavación del Túnel Vial se emprenderá simultáneamente desde los dos extremos del Túnel, por lo que deben coincidir en su trayecto. Para conseguir guiar la ejecución se utilizarán sistemas modernos como la guía láser o tradicionales mediante teodolitos, que miden ángulos horizontales y verticales.

### • OBRA MINERA

#### CONTROL TOPOGRÁFICO

Se realizará por medio de equipo topográfico de precisión de uso subterráneo y guía láser para alineamientos del rumbo o dirección Azimutal de la obra subterránea, con instalación de pijas en el techo del Túnel Vial para control visual. El inicio de estos controles topográficos tendrán como punto de partida los Puntos Fijos construidos en las boquillas o rompimiento de los Túnel Viales. Se indicarán las coordenadas de estos Puntos Fijos señalados en el Terreno, así como de los Puntos Clave de la traza del Túnel Vial, con datos contenidos en el proyecto ejecutivo.

#### ACCESO MINERO

Se procederá a realizar la preparación del sitio consistente en broza, desmonte y construcción del acceso del equipo minero así como acondicionamiento de la plataforma y taller de operaciones, servicios y mantenimiento e instalación de equipo fijo y móvil que se utilizará en la obra. Incluye instalaciones para oficina, vestidores y servicios para el personal.

## **EXCAVACIONES SUPERFICIALES A LA ENTRADA DEL TÚNEL VIAL**

Excavación en material tipo C, con equipos como tractor y martillo de alto impacto para descubrir y preparar el frente de macizo rocoso donde iniciarán las voladuras controladas. El piso de estas excavaciones superficiales se controlará al igual que en el Túnel al nivel indicado en proyecto ejecutivo. Con el material producto de las excavaciones se irán construyendo las plataformas de maniobras en la entrada del Túnel Vial.

### **TÚNEL**

El Túnel tiene como objetivo el avance adelantado en sección reducida que permitirá observar y determinar la calidad de roca en la trayectoria del Túnel antes de excavar toda el área de la sección transversal del Túnel.

También se podrá guiar el avance con todas las medidas de seguridad requeridas, ya que tendremos a la vista las características del macizo rocoso, muy importante es el contar con tiempo para la reconsideración del sistema de soporte diseñado. La posibilidad de hacer ajustes en el diseño apoyándose en la observación real de la roca in situ, servirá para realizar un proyecto de óptima calidad, especialmente en cuanto al recubrimiento del Túnel.

Para el diseño de la voladura se proponen dos tipos de cuñas, el constructor utilizará su criterio pero siempre respetando el volumen de barrenos de aire del 25% o más porcentaje del volumen total de excavación por la cuña.

La seguridad de una voladura en frente del Túnel, tanto para asegurar la salida de la cuña como asegurar que no se produzcan vibraciones excesivas radiales hacia superficie, depende del paralelismo de los barrenos que contiene la cuña diseñada, así como del llenado a presión del explosivo granulado de nitrato de amonio, cualquiera que sea su marca. Es por esto que una supervisión constante tanto al personal operativo del Jumbo, como del equipo mismo es de suma importancia para el éxito de la construcción del Túnel, sin contratiempos por quejas debido a las vibraciones u onda expansiva.

En la cuña, cuadro chico, cuadro grande y ayudantes progresivamente es el mayor factor de carga explosiva por unidad de volumen tumbado, por esto es la mayor propagación de vibraciones radiales.

### **Cuele del Túnel longitud de 30 M**

Se realizará la excavación lineal de frente para el Túnel con dimensiones de 4.20 metros de ancho por 3.50 metros de altura, utilizando Jumbos Electro-Hidráulicos autopropulsados con motor diesel para la barrenación horizontal de "Frente", con barrena integral y broca de botones de carburo de tungsteno de 1 5/8" o 1 3/4" de diámetro para carga con explosivos y broca de 3" de diámetro para barrenos de aire.

El cargado de los barrenos con explosivos y artificios o accesorios se hará con medio neumático para el explosivo de baja densidad. El explosivo de alta densidad se preparará manualmente con los artificios necesarios.

Como artificio principal y obligatorio será el iniciador de la carga explosiva y se usará el estopin no-eléctrico o iniciador no eléctrico de tipo Nonel LP o similar ya sea de retardo o milisegundo, según la secuencia de detonación correspondiente, definida por la ampliación radial progresiva de la Cuña, hacia las Tablas del Túnel, esta secuencia de detonación será determinada por el Contratista y el Supervisor de la parte licitante, sin alterar la disposición de detonar solamente 4 barrenos a la vez.

Las dimensiones del Túnel Vial se podrán variar dentro de límites tolerantes según sea la dureza y consistencia de la roca, y de acuerdo mutuo entre contratista de la obra minera y supervisor externo por la parte contratante, acuerdos que estarán sujetos a autorización de la parte licitante.

El factor de carga será calculado por el contratista para cada uno de los diferentes tipos de roca que se encontrarán en el desarrollo del Túnel Vial, se pone a disposición del contratista las muestras o testigos de roca in situ obtenidas con la Barrenación de diamante, tamaño NQ., así como los resultados de Laboratorio de Mecánica de rocas y descripción litológica hecha por el Geólogo. No se detonarán más de 4 barrenos a la vez, solo y si la lectura del sismógrafo ubicado en la construcción más cercana esta por debajo de lo permitido, para esto se contara con la consulta de un perito calificado.

El "inicio" de la detonación será supervisada en cada voladura, y se utilizarán los accesorios de voladura suficientes para disponer de tiempo de traslado y resguardo con amplia espera, del personal de la voladura. El explosivo y accesorios a utilizar serán: Explosivo de alta densidad, Explosivo de baja densidad, noneles, cañuela, capsules y conectores, cordón detonante y thermalita a juicio del contratista.

En estos primeros 30 metros del Túnel Vial se utilizará una malla protectora para eliminar el vuelo de rocas y detener toda la rezaga de producto de la voladura. Especial atención será la razón de eliminar la proyección de las rocas fuera del área de trabajo, esta medida de seguridad es indispensable.

La malla protectora de tela ciclón se instalará en un 100% del área de barrenación, fija al terreno con anclas de ojillo, la malla estará cubierta hacia el lado de la barrenación con banda de hule o laterales de llanta.

### **Túnel Vial después de los 30 metros del rompimiento**

Excavación lineal de frente, utilizando Jumbos Electro-Hidráulicos autopropulsados con motor diesel para la barrenación horizontal de "Frente", con barrena integral y broca de botones de carburo de tungsteno de 1 5/8" ó 1 3/4" de diámetro para carga con explosivo y broca de 3" de diámetro para barrenos de aire.

El cargado de los barrenos con explosivos y artificios o accesorios se hará con medio neumático para el explosivo de baja densidad. El explosivo de alta densidad se preparará manualmente con los artificios necesarios."

El contratista será responsable del uso, almacenamiento, vigilancia de polvorines, transporte y manejo de los explosivos utilizados, para lo cual deberá contar con el permiso General o Extraordinario correspondiente otorgado por la Secretaria de la Defensa Nacional.

Como artificio principal y obligatorio será el iniciador de la carga explosiva y se usará el estopin no-eléctrico o iniciador no eléctrico de tipo Nonel LP o similar ya sea de retardo o milisegundo, La secuencia de la Detonación está definida por la ampliación radial de la Cuña hacia las Tablas del Túnel, con esta base, será determinada por el Contratista y el Supervisor Externo sin alterar la detonación máxima de 4 barrenos a la vez.

Las dimensiones del Túnel Vial se podrán variar dentro de límites tolerantes según sea la dureza y consistencia de la roca, y de acuerdo mutuo entre contratista de la obra minera y supervisor externo, acuerdos que estarán sujetos a autorización de la parte contratante.

El "inicio" de la detonación será supervisada en cada voladura, y se utilizarán los accesorios de voladura suficientes para disponer de tiempo de traslado y resguardo con amplia espera, del personal de la voladura. El explosivo y accesorios a utilizar serán a juicio del contratista, e igual a los primeros 30 metros de desarrollo del Túnel Vial.

## **MINERO CONTINUÓ**

La ampliación del Túnel a las dimensiones totales del proyecto por medios mecánicos, la excavación lineal del macizo rocoso tipo III con Minero Continuo del tipo "Alpine" modelo AHM150 de 120 tons, de peso o similar, con 555 kw de potencia eléctrica instalada, con capacidad de corte de roca de 120 MPA para lo cual se requiere de cabezas rozadoras de baja velocidad de giro con 250 a 300 kw de potencia en los motores del sistema electro hidráulico de dichas cabezas.

El equipo autopropulsado cuenta con sistema integrado de rezagado y transportador de banda para el cargado simultáneo a los camiones de acarreo a la vez que se va realizando el corte de la roca.

El área de ampliación será de 22.4 m<sup>2</sup> indicada en sección del Túnel Vial.

## **REZAGADO**

Después del amacize del techo y paredes laterales del Túnel, el equipo de rezagado a utilizar en el Túnel Vial será de un (scoop tram) cargador de bajo perfil de 3.5 yardas de capacidad de cucharón o mayor si lo permiten sus dimensiones

El rezagado de la ampliación se deberá realizar con cargador frontal directamente sobre los camiones de volteo dentro del Túnel.

Para transporte del material excavado hacia el depósito temporal pueden utilizarse trenes de vagonetas sobre rieles o los vehículos sobre neumáticos.

La ventaja del transporte sobre rieles es la limpieza del suelo del Túnel aun en suelos arcillosos y húmedos, además de que no ensucian el aire con gases de escape.

Los vehículos sobre neumáticos se adaptan mejor al servicio, pueden subir rampas de gran inclinación pero contaminan el aire con gases de escape y pueden convertir el suelo de la excavación en polvo y barro.

Cuando se proyectan obras subterráneas hay que encontrar un lugar de depósito final adecuado para el material de excavación. Este material en algunos casos es utilizado para rellenar tramos de la misma carretera.

- **FORTIFICACIÓN**

### **BARRENACIÓN**

Inmediatamente después de la ampliación a total sección del Túnel con el minero continuo o cabezas rozadoras se procederá a la barrenación radial con Jumbos ancladores del techo y paredes del Túnel. Barrenos dirigidos de 1 3/8" de diámetro y 4.90 metros de longitud como muestra el plano en el proyecto. Se utilizarán para alojar las anclas de fricción.

La barrenación consistirá en hileras de 7 barrenos en la bóveda de roca del Túnel Vial, barrenos separados 1.40 metros formando una cuadrícula en la bóveda. en las tablas del Túnel Vial, 4 barrenos de 2.00 metros de longitud, con patrón cuadrado de 1.0 x 1.0 metros.

El método propuesto es la división en dos áreas de barrenación de la sección transversal total:

Área 1.- Túnel Vial de 4 x 3.5 mts.

Área 2.- Sección de desborde o ampliación a las dimensiones internas del Túnel Vial

La barrenación se llevará en forma simultánea llevando el Túnel Vial adelantado de la sección de desborde o ampliación a una distancia de 20 m.

En la barrenación perimetral del Túnel Vial se intercalaran barrenos de aire con la finalidad de perfilar el área del Túnel Vial y causar el menor daño a la roca del techo y paredes.

### **ANCLAS DE FRICCIÓN**

Suministro y colocación de concreto inyectado y anclas de fricción de cable de acero de 5/8" de diámetro por 5.0 mts., de longitud, de alta resistencia a la tensión alojada en los barrenos radiales perimetrales y adherida a la roca con la mezcla de concreto de cemento arena de 250 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia. En la propuesta del especialista en Mecánica de rocas se indican las características completas del cable de acero.

Suministro y colocación de concreto inyectado y anclas de fricción de varilla corrugada de 3/4" de diámetro por 2.0 mts. De longitud adheridas a la roca con mezcla de cemento arena.

### **MALLA DE SEGURIDAD**

Suministro y colocación de malla electrosoldada 66-88, en el perímetro del Túnel Vial utilizando para su sujeción las anclas previamente instaladas. Las mallas deberán unirse una a otra con alambre recocido y traslapadas 8 cms. Incluye mano de obra, andamios o elevadores herramientas y todo lo necesario para su adecuada instalación.

### CONCRETO LANZADO

Concreto lanzado mediante equipo neumático marca ALIVA o similar de alta capacidad, y preferentemente el proceso de lanzado se deberá hacer con dos máquinas a la vez para rapidez del trabajo de sarpeo sobre todo el perímetro del Túnel Vial, donde hayan sido debidamente instaladas las anclas de fricción. El espesor de la loza de concreto lanzado de 10 cms., estará formada por cemento-arena-gravilla y aditivos, a los que se les añadirá fibra metálica que sustituye al acero de refuerzo con dosificación de componentes para una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión; utilizando los aditivos recomendados para una adecuada adherencia y así disminuir el rebote. Incluye equipo, materiales y mano de obra.

Ademe alternativo.- En caso de encontrar el macizo rocoso demasiado deleznable o poco consistente por la presencia de fallas o capas de arcillo o del conglomerado poco cementado, como las detectadas en lo barrenos de exploración que pueden causar dificultades y tener problemas con la barrenación radial para el anclaje, entonces el revestimiento del Túnel Vial se podrá sustituir. Las anclas de cable se sustituirán por marcos de acero como los descritos en el estudio de Mecánica de Rocas, o marcos de acero y vigueta IPR de 6" x 4" de 16 lbs/pie, roladas para formar el arco de 3.75 mts., Los marcos se cubrirán con la misma capa de concreto lanzado como se indica en la sección transversal del refuerzo pesado.

El cálculo y diseño definitivo se definirá con base en la calidad de la roca cortada en la avanzada de los Túnel Viales piloto.

El contratista elaborará muestreo, estudio geomecánico y calculo de refuerzo pesado de común acuerdo con el supervisor externo y la parte licitante.

El mismo diseño y ubicación de los marcos de acero propuesto para las boquillas del Túnel Vial se usaran en el interior del Túnel Vial, solamente se modificaran en su caso, volúmenes de acero y cemento donde el resultado de los esfuerzos y condiciones de fracturamiento del macizo rocoso dentro del Túnel Vial lo requiera.

El contratista deberá contar con el apoyo y asesoría de un especialista en mecánica de rocas para la evaluación y propuesta de esta fortificación pesada.

Los servicios que son necesarios para la aplicación del concreto lanzado son:

Aire comprimido, generalmente proviene de compresores estacionarios instalados en la superficie cercanos a la lumbrera de acceso.

Agua a presión constante, proveniente de algún tanque instalado en la superficie y se conduce a través de tuberías.

Electricidad, ya que es indispensable una buena iluminación, pues el lanzado de concreto genera polvo que reduce la visibilidad.

Ventilación, ya que se produce mucho polvo.

Mantenimiento de los drenes y cárcamos de bombeo.

Comunicación entre los operadores de la tolva y los operadores del chiflón.

El lanzado de concreto debe iniciarse a partir de las partes más bajas del Túnel Vial, continuando de manera ascendente hacia la clave, aprovechando de esta forma el efecto de sostén del concreto ya aplicado. Por otra parte, es indispensable contar con una plataforma que se pueda adaptar a diferentes alturas, para que el lanzado se realice desde la distancia y ángulo de proyección apropiados.

La construcción de la cubeta debe iniciarse hasta que haya terminado la construcción de la bóveda superior en un tramo completo del Túnel Vial. El sentido de avance de la construcción de cubeta es inverso al de la bóveda superior, aprovechando así las instalaciones existentes para el transporte y extracción del material excavado.

Para la construcción de la cubeta se implementan tres frentes de trabajo, que de manera coordinada cubran eficientemente las etapas de: a) excavación, b) colocación de acero de refuerzo y c) colado de concreto, en tramos de longitud no mayor a un radio del Túnel Vial.

### **ADEME EN PORTALES**

En los primeros 30 metros de cada boca del Túnel Vial, el ademe se conformará con marcos de acero de vigueta IPR de 6" x 4" de 18 kgs por metro, separados 1.5 metros rolados para formar el arco de 3.75 metros de radio. Los marcos se cubrirán con la misma capa de concreto lanzado y fibra o doble malla electrosoldada como se indica en los planos.

### **Casos de estabilidad crítica a lo largo de la trayectoria del Túnel Vial**

Seguramente habrá ocasiones que el tope o topes del Túnel Vial interceptara alguna falla o material rocoso de muy mala calidad, en estos casos, al concreto lanzado habrá que apoyarlo con marcos semicirculares contruidos de varilla corrugada de 19 mm, en vez de los cables de acero. Las secciones comunes de los marcos triangulares de varilla corrugada son como sigue:

Anchura B= 140 mm ó 5.5 in

Altura H=115 mm ó 4.5 in

Altura placa H1=70 mm ó 2.75 in

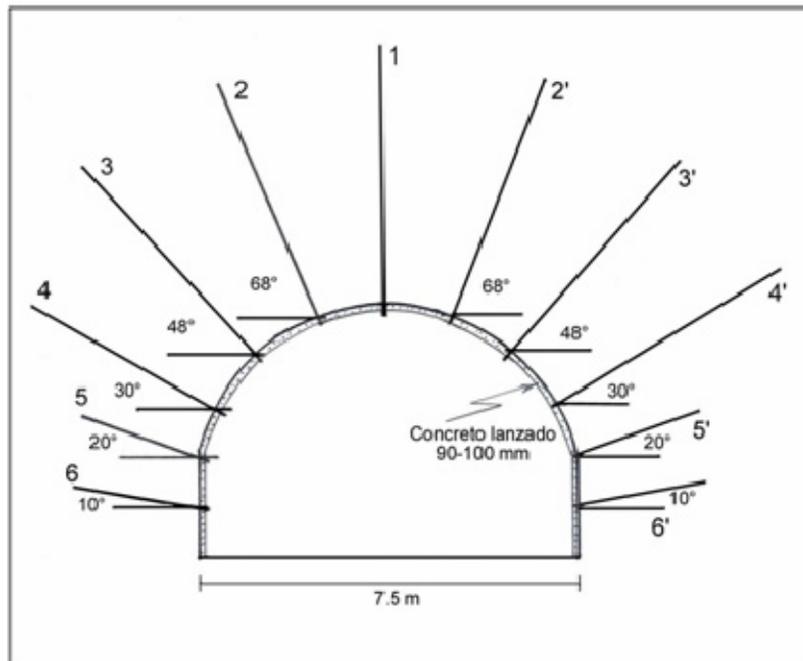
Diámetro tornillos para unión de las piezas, mínimo 19 mm ó ¾ de in.

**TABLA II.22 PROPUESTA DE SOPORTE TÚNEL VIAL CON SECCIÓN DE 5.2 X 7.5 M.**

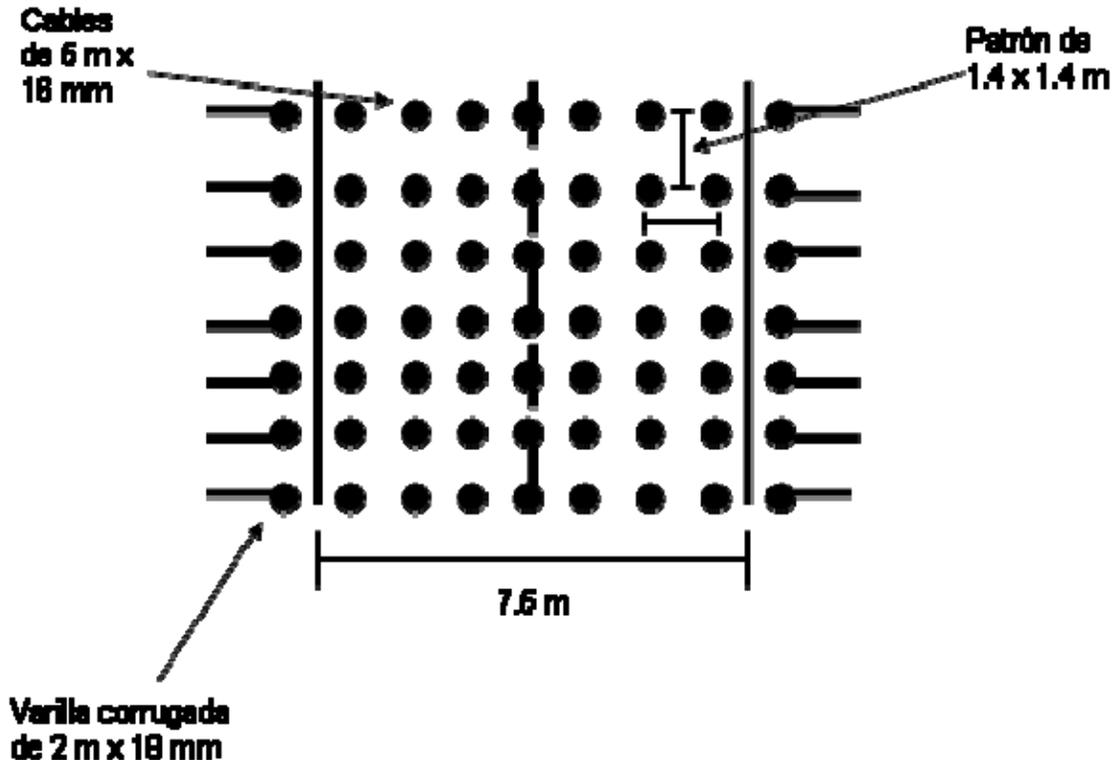
TIPO DE SOPORTE	CARACTERÍSTICAS
-----------------	-----------------

Concreto proyectado (techo-tablas)	Esesor de 90-100 mm, con adición de fibras metálicas y f'c de 350 kg/cm <sup>2</sup>
Anclaje de cables (sección semicircular Túnel Vial)	Longitud 5m, diámetro 5/8'' o 15.24 mm, patrón cuadrado de 1.4 x 1.4 m, resistencia 22,000 kg, tipo jaula de pájaro (bird cage).
Anclaje de varilla corrugada (tablas túnel)	Longitud de 2.0 m, diámetro 19 mm, con placa tipo domo de 150 x 150 x 8 mm. Patrón cuadrado de 1.0 x 1.0 m.

**FIGURA II.19 SECCIÓN MOSTRANDO DISTRIBUCIÓN DEL SOPORTE PROPUESTO PARA EL TÚNEL VIAL.**



**FIGURA II.20 PLANTA MOSTRANDO DISTRIBUCIÓN DEL ANCLAJE PROPUESTO PARA EL TÚNEL VIAL.**



## ACARREO

El acarreo del material producto de la excavación hasta una distancia de 2 kms., al sitio autorizado, en camiones de volteo con capacidad de 6 m<sup>3</sup> o más.

- **OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### ESCAPES PARA CONTINGENCIAS MECÁNICAS

Se realizarán por medio de Excavación de frente. Fortificación y pavimentación de 4 cruceros de 17.5 metros de longitud cada uno, y sección de 5.00 x 4.50 metros, para comunicación transversal entre los 2 Túnel Viales, con instalación de 2 conductos para alumbrado ubicados en piso y techo, y 4 cajas de registro. El pavimento de concreto hidráulico de 15 cm, de espesor y 250 kg/cm<sup>2</sup> y el revestimiento de anclas y concreto lanzado del mismo tipo que en el Túnel Vial.

### CONTRAPOZOS PARA LUMBRERAS DE VENTILACIÓN

El proyecto ejecutivo cuenta con dos contrapozos verticales ubicados según plano del Proyecto Ejecutivo, de 1.80 metros de diámetro, colados con Contrapocera Robins o similar.

El método constructivo consiste en perforar un barreno piloto de 10 o 12 pulgadas de diámetro, desde superficie hasta comunicarlo a la obra subterránea, una vez comunicado, se procede a rimar el barreno de abajo hacia la superficie utilizando una Rima de 1.80 metros de diámetro. El material producto del Rimado se extrae del Túnel Vial al sitio de depósito autorizado.

## **AMPLIACIONES**

Se realizará excavación para ampliación del Túnel Vial que se utilizarán para maniobras de retorno de los camiones de acarreo, ubicadas en los lugares que serán de común acuerdo con la supervisión externa, y debidamente autorizados. La ubicación dependerá de las condiciones de la roca y distancias máximas para maniobras de retorno.

## **DESVÍO DE AGUAS**

Entre aproximadamente los kms 0+500 y 0+700 del acceso panorámico se tiene actualmente un canal de aguas que interfiere con esta obra y se requiere desviarlos.

Para lo anterior, se hará el trazo de la zona de desvío y se hará la excavación para alojar un tubo corrugado de polietileno de alta densidad corrugada AD 5 N - 12 ó similar con diámetro de 30 pulgadas ó similar.

Se construirán los registros de entrada y salida.

Previamente, sobre el fondo de la excavación se colocará una plantilla de grava - arena limpia con espesor de diez (10) centímetros.

Se hará el acostillamiento de la tubería y el relleno con materiales producto de las excavaciones con tamaños máximo de tres (3") pulgadas y se compactará al 90% del peso volumétrico seco máximo AASHTO estándar; el material utilizado deberá cumplir con las normas de calidad para cuerpo de terraplén.

## **BANQUETAS**

Para la construcción de banquetas que se empleará un concreto cuya resistencia a la compresión sea la que marque el proyecto, que para este caso en particular será de doscientos (200) kg/cm<sup>2</sup>, y su espesor deberá ser estipulado en el proyecto u ordenado por la Dependencia, en este caso será de diez (10) centímetros. En términos generales las banquetas se colarán alternadamente a manera de losas que se ubicarán sobre la capa de apoyo para banquetas, previamente, compactada y humedecida.

El concreto deberá ser correctamente acomodado o vibrado, y la superficie será debidamente afinada y escobillada o de acuerdo a las indicaciones del proyecto de arquitectura del paisaje. Para aplicar el curado del concreto se aplicarán riegos de agua, se cubrirán con polietileno las losas o se aplicará una membrana de curado.

## **BARANDA CON REJA TIPO “DEACERO”**

La construcción de la baranda con reja “Deacero” o similar se colocará en ó los tramos donde lo marque el proyecto de arquitectura de paisaje y/o donde lo indique la supervisión. Se colocarán de acuerdo a las especificaciones de proyecto.

Dicho barandal tiene la función de proteger y asegurar a las personas que caminen por esta vialidad panorámica. El material a utilizar será de postes de perfil tubular cuadrado de acero de 2 ¼” x 2 ¼” calibre 16, con una altura de 2 m. y protegido con una capa de zinc y terminado con poliéster termo-endurecido de color verde, colocados a cada 3 m. entre postes ó según propuesta del ejecutor, entre los postes se colocará reja tipo “Deacero”, que está conformada con paneles de varilla galvanizada de cal. 6 (4.9 mm.) con una altura de 1.50 m. x 3 m. de largo.; protegida mediante una capa de zinc y un recubrimiento de poliéster termo-endurecido de color verde. Estas rejass estarán sujetadas con abrazaderas en polietileno altamente resistente de color verde y estarán sujetas con dos tornillos (6 x 15 mm.) y dos tuercas galvanizadas, usando una llave Allen de 5 mm.; estas abrazaderas tienen la funcionalidad que le permite sujetar al panel de diferentes maneras. Además de contar con Tapón poste de polietileno color verde, que protege el poste de la humedad y la corrosión.

- **OBRA CIVIL**

### **SUB BASE PARA PAVIMENTO**

Se realizará la limpieza del piso del Túnel Vial hasta dejarlo libre de polvo y partícula de roca producto de la excavación y del zampeado de cemento, su recolección y acarreo hasta el sitio autorizado.

Capa reniveladora formada de material pétreo y un cementante de banco que cumpla con las normas de compactación VRS y contracciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se estima un promedio de 10 cms. de espesor por las irregularidades de la barrenación de piso y el peralte de la curvas en el interior del Túnel Vial.

Se realizará el barrido de esta capa reniveladora para la aplicación del piso de concreto hidráulico.

### **PAVIMENTO**

El pavimento será de concreto hidráulico premezclado con  $F'c=300 \text{ kg/cm}^2$  y  $45 \text{ kg/cm}^2$  de módulo de ruptura a la tensión, calidad grado "A", revenimiento de  $12 \pm 1$ , con aditivos para lograr su resistencia final a los 28 días y el endurecimiento de la capa de rodamiento, rayado para aumento de fricción con los neumáticos, curado con Cura Fest, agregados máximos de 1 1/2", juntas de dilatación perpendiculares al Túnel Vial a cada 4 metros y longitudinal en el centro del Túnel Vial, malla electro soldada como refuerzo por temperatura de calibre 66-10.

## **GUARNICIONES Y DUCTOS**

Guarniciones de concreto simple premezclado de 200 kg/cm<sup>2</sup>, a cada lado del Túnel Vial, de 25 cms., de ancho por 50 cms., de altura, con juntas de dilatación transversales al Túnel Vial a cada 3.00 metros, con ducto de PVC reforzado de 4" y 6" de diámetro, registros y bocas de tormenta a cada 60 metros, pintada de color amarillo con rejillas de acero laterales conectadas a los tubos de PVC, en cada registro; y registros de 15 x 30 x 25 con tapa de concreto colado sobre marcos de acero conectados al tubo libre de 4" a cada 40.00 metros. Incluye materiales, colocación, instalación, cimbra y mano de obra.

- **SEGURIDAD**

### **SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

El contratista deberá contar con profesionales con amplio conocimiento y experiencia en los métodos y sistemas de seguridad en minas subterráneas para llevar el control y seguimiento de todas las medidas de seguridad desarrolladas en sus operaciones mineras y sobre todo de todas las normas y procedimientos de seguridad contenidas en la Ley Minera y su Reglamento en materia de seguridad e Higiene en los trabajos de Minas.

El contratista deberá contar con el encargado de seguridad para la supervisión de los mineros, personal de servicios así como de los lugares del trabajo. La vigilancia de estos factores de la producción deberá ser muy estrecha y constante para evitar, del personal actos inseguros y de los lugares de trabajo y equipo, condiciones inseguras.

El licitante contará también con este personal calificado en trabajos de minas subterráneas y Túnel Viales y equipo minero, para exigir el cumplimiento de las normas de seguridad, uso obligatorio del equipo de seguridad, mantenimiento del equipo y accesorios y sobre todo la impartición continua y obligada de pláticas de seguridad referentes a cada actividad desarrollada por el personal operario.

### **VENTILACIÓN**

Los contrapozos Robbins verticales, como principio, servirán para la ventilación natural ya que debido a la diferencia de elevación entre la entrada y salida de los Túnel Viales, la diferencia de presión barométrica generará un tiro de aire natural. Una vez terminado el Túnel Vial se deberá realizar un estudio de flujo y velocidad del aire en diferentes estaciones del año. De así requerirse, los mismos contrapozos se utilizarán como ductos de ventilación, instalando en los brocales de estos los ventiladores o extractores eléctricos de diseño radial.

### **ILUMINACIÓN**

Lámparas de tipo reflector de haz concentrado, 250 watts con alimentación de 220 voltios, 60 hertz en vapor de sodio de alta presión modelo mini liter marca Hubbel o similar. Transformador monofásico de 50 kva, 240/120 voltios, 60 hertz tipo pedestal, instalado en camellón central del boulevard Montaña Monarca. El cable alimentador se bajará del transformador del Túnel Vial por el barreno B-2, hasta una caja distribuidora. Se diseñarán 4

circuitos para las lámparas, estas se instalarán a cada 20 metros, además de 2 lámparas en cada escape, los conductores se alojarán en tubos conduit anclados al macizo.

## EXTINTORES DE FUEGO

El proyecto ejecutivo contempla la colocación de 40 Extintores de fuego de 12 kgs., de capacidad, 15 segundos de tiempo de descarga, de polvo químico seco con efectividad en fuego de tipo A, B, y C, cargados con polvo de bicarbonato de sodio, instalados a cada 60 metros coincidiendo con ubicación de lámparas, con el círculo señal de extinguidor en las paredes del túnel.

- TIPO Y CANTIDAD DE MATERIAL A UTILIZAR

TABLA II.23 VOLÚMENES DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
<b>VIALIDAD PRINCIPAL</b>		
Carpeta de Concreto Hidráulico (VCA)	2,871.8	m <sup>3</sup>
Base Hidráulica (VBH)	3,121.4	m <sup>3</sup>
Sub rasante (VSR)	3,161.1	m <sup>3</sup>
Filtro (Vc)	5,113.6	m <sup>3</sup>
Terraplén (VT)	50,250.6	m <sup>3</sup>
Terraplén Reforzado (V <sub>TR</sub> )	34,873.1	m <sup>3</sup>
Corte (V <sub>C</sub> )	44,696.7	m <sup>3</sup>
Relleno de Banqueta (V <sub>RB</sub> )	490.2	m <sup>3</sup>
Material de Camellón (V <sub>CAM</sub> )	1,519.8	m <sup>3</sup>
<b>GAZA</b>		
Carpeta de Concreto Hidráulico (VCA)	245.5	m <sup>3</sup>
Base Hidráulica (VBH)	256.3	m <sup>3</sup>
Sub rasante (VSR)	264.1	m <sup>3</sup>
Terraplén (VT)	3,087.2	m <sup>3</sup>
Corte (V <sub>C</sub> )	500.2	m <sup>3</sup>
Despalme (VD)	770.3	m <sup>3</sup>
<b>TUNEL</b>		
<b>Obra minera</b>		
<b>Acceso Minero</b>		
Excavaciones superficiales a la entrada del Túnel Vial	3,523.0	m <sup>3</sup>
<b>Túnel</b>		
Cuele del Túnel Vial-longitud de 30 m.	1,764.0	m <sup>3</sup>
Túnel Vial después de los 30 metros del rompimiento	34,706.0	m <sup>3</sup>

(Continuación)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
<b>TUNEL</b>		
Minero Continuo del tipo "Alpine" modelo AHM150 de 120 tons., de peso o similar, con 555 kw de potencia eléctrica instalada, con capacidad de corte de roca de 120 mpa.	55,574.0	m <sup>3</sup>
Rezagado (Cantidad que incluye abundamiento)	126,975.0	m <sup>3</sup>
<b>Fortificación</b>		
Barrenación	76,525.0	m
Anclas de fricción de cable de acero de 5/8" de diám. por 5.0 m de long.	11,795.0	pza
Anclas de fricción de varilla corrugada de 3/4" de diám. por 2.0 m de long.	9,365.0	pza
Malla de seguridad	1,774.0	m <sup>2</sup>
Concreto lanzado mediante equipo neumático	3,460.4	m <sup>3</sup>
Acarreo	122,242.0	m <sup>3</sup>
<b>Obras complementarias</b>		
Escapes para contingencias mecánicas	70.0	m
Dos contrapozos para lumbreras de ventilación	140.0	m
Ampliaciones.	787.5	m <sup>3</sup>
<b>Obra Civil</b>		
Sub base para pavimento	1,723.0	m <sup>3</sup>
Pavimento de concreto hidráulico premezclado con f'c=300 kg/cm <sup>2</sup>	3,618.1	m <sup>3</sup>
Guarniciones y ductos	4,922.6	m
Extintores	40	pza

**TABLA II.24 CANTIDADES DE EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS QUE SE CONSUMIRÁN EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL TÚNEL VIAL**

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Alto explosivo	5,342	Kilogramos
Agente explosivo	178,848	Kilogramos
Cordón detonante	21,943	Metros
Cañuela	10,896	Metros
Conector TH	93,023	Piezas
Iniciadores no eléctricos	93,023	Piezas

De acuerdo al tipo de concreto lanzado que se vaya a utilizar, variará el proporcionamiento de cemento-agregados, por lo cual en las tablas II.25 y II.26 se indica una relación estándar usada en este tipo de trabajos.

**TABLA II.25 CEMENTO AGREGADOS CONCRETO LANZADO VÍA HÚMEDA.**

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	400	Kg.
Agua	170	L
Grava	325	Kg.
Arena	1,290	Kg.
Microsílica	30	Kg.
Fluidizante	6	L
Acelerante	15	L
Plastificante	2	L
Fibra metálica	60	Kg.

**TABLA II.26 PROPORCIONAMIENTO CEMENTO-AGREGADOS CONCRETO LANZADO VÍA SECA.**

Descripción	Cant. en kg o m <sup>3</sup> para un m <sup>3</sup> de concreto preparado	Cant. en botes de 20 lts por 1 m <sup>3</sup>	Cant. en botes para 50 kg de cemento	Cant. en paladas para un saco de 50 kg	Dosificación actual
Cemento	400 kg	16 botes (8 sacos)	2 botes (50 kg)	14 paladas	2 botes (50 kg)
Arena 60% 0.5-8.0 mm	0.640 m <sup>3</sup>	32 botes	4 botes	28 paladas	3 botes
Gravilla 3/8" (40%)	0.480 m <sup>3</sup>	24 botes	3 botes	21 paladas	2 botes
Humo de sílice 8% del cemento	32 kg	3 sacos	4 kg	2 paladas	1 palada
Fibra metálica	40 kg	2 cajas	5.5 kg	1 palada	1 palada
Acelerante 6% peso cemento (Sigunite 49AF)	25 kg	1 bolsa	2.0 kg		1 palada

- REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA**

La energía requerida durante la construcción del túnel será para la operación del Minero Continuo. Para lo cual la Comisión Federal de Electricidad, División Centro Occidente, Zona Morelia, por medio de Oficio No PAC-080/2007, de fecha 19 de enero de 2007, otorga factibilidad positiva para proporcionar servicio al Túnel Vial con una Subestación Provisional de 1,000KVA, previa creación de la infraestructura eléctrica necesaria, ya que se requiere la ampliación de la línea de Media Tensión de 13.2 KV. e instalar la S.E. tipo Piso.

• **REQUERIMIENTO DE AGUA**

El agua se necesitará principalmente para el riego de terracerías, para la formación y compactación de terraplenes hasta lograr su humedad óptima, para la elaboración de concreto hidráulico tanto para la carpeta de rodamiento, así como para la construcción de cunetas y obras de drenaje, para el concreto lanzado en el túnel. En menor proporción para limpieza de personal y equipo.

El abastecimiento de agua para la construcción del proyecto será abastecida por medio de pipas y almacenada temporalmente en tanques. La fuente de abastecimiento será la que autorice el organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOPAS).

**TABLA II.27 REQUERIMIENTO DE AGUA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO**

RESISTENCIA DE CONCRETO HIDRÁULICO	REQUERIMIENTO DE AGUA (l/m <sup>3</sup> de concreto)
f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	40.50
f'c=150 kg/cm <sup>2</sup>	36.00
f'c=200 kg/cm <sup>2</sup>	27.00
f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	23.99
f'c=350 kg/cm <sup>2</sup>	18.00

Para consumo humano se llevarán a la obra, por medio de camionetas, garrafones de agua potable de marca conocida, que garantice su calidad. A razón de un botellón diario por cada 19 empleados, dicha relación se ajustará a los requerimientos reales durante la construcción del proyecto, pero siempre garantizando que exista suficiente líquido para el consumo de los trabajadores.

**II.2.6 Etapa de operación y mantenimiento**

Una vez terminadas las vialidades se deben someter a un programa de conservación de la superficie y zonas aledañas a efecto de mantener su buen estado.

Se debe vigilar y dar seguimiento estricto a las rocas salientes ó montículos de roca, para prevenir derrumbes y caídos.

Asimismo, se deben monitorear continuamente los taludes en general para asegurar su estabilidad, advirtiendo con toda oportunidad cualquier problema.

Para la operación, el proyecto ejecutivo consideró que el tránsito promedio diario anual en dos sentidos será de 18,000 vehículos, con una tasa de crecimiento anual del 4% en un periodo de diseño de 25 años con la siguiente composición vehicular.

**TABLA II.28 TIPO DE VEHÍCULOS CONSIDERADOS EN EL PROYECTO**

TIPO DE VEHICULO	PESO (Ton)	TOTAL DIARIO	%	%CARGADOS	%VACIOS
<b>Vehículos ligeros</b>					
Automóviles	1	14,454	80.03	100	0
Camionetas	5.5	2,772	15.4	50	50
<b>Vehículos Pesados</b>					
Autobuses	12	468	2.6	60	40
Camión (2 ejes)	12	252	1.4	40	60
Camión (3 ejes)	18	54	0.3	40	60

*Fuente: Proyecto ejecutivo Vialidad Panorámica Sta. María*

En caso de que la vialidad presente problemas tanto de derrumbes, obstaculizaciones, superficies derrapantes u ocurra un accidente vial, deberá comunicarse al usuario con tiempo suficiente antes de llegar al tramo afectado para que guarde las precauciones necesarias para más accidentes.

Un pavimento bien construido con una adecuada capa base y una subrasante bien drenada, requiere comparativamente poco trabajo de mantenimiento, si el tráfico no sobrepasa la carga de diseño.

Además del mantenimiento de la carpeta de rodamiento, las operaciones de mantenimiento incluyen limpieza de cunetas y drenajes periódicamente, máxime previo a temporadas de lluvias, reparación de pequeñas estructuras, remoción de desechos, repintado de señalamientos, etc.

El podado de hierbas y arbustos deberá ser un procedimiento continuo. Los pastos a lo largo de los bordes deberán de mantenerse cortos, para que no interfieran con la visibilidad del usuario.

De vital importancia para evitar derrumbes que interfieran con la vialidad y puedan causar accidentes, es la revisión y el mantenimiento de taludes que garantice su estabilidad.

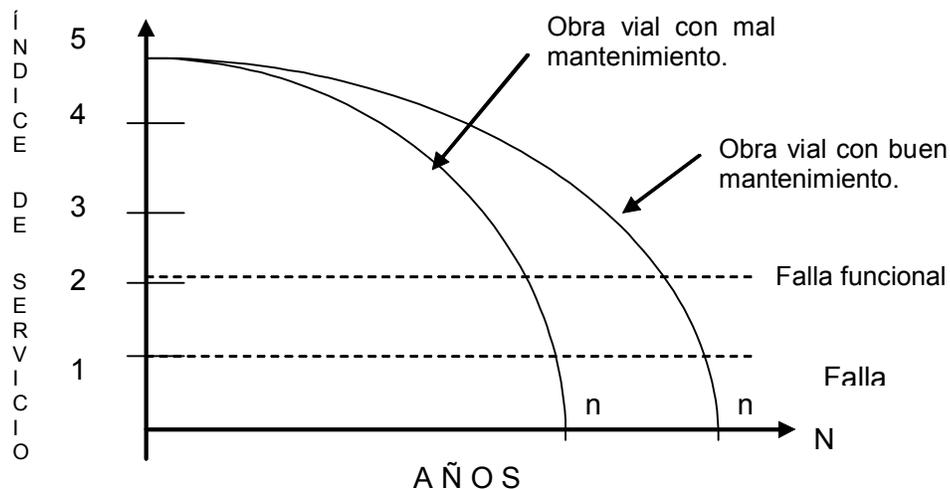
Al estar en operación la vialidad, se va deteriorando presentando diferentes condiciones de servicio a través de los años. Los deterioros que va sufriendo la vialidad pueden ser no significativos al principio pero sí no se proporciona el servicio de conservación adecuado puede ser la causa de problemas serios que aceleren su falla. En el transcurso del tiempo se va observando el grado de deterioro que va sufriendo la obra, para lo cual se le asigna una calificación de 1 a 5 que se le denomina *índice de servicio*. Cuando una vialidad recién construida se pone a funcionar, debe tener un índice de servicio entre 4.5 y 5 el cual ira disminuyendo conforme pasa el tiempo.

Para calificar un camino, se utiliza el método visual en que se toma en cuenta la cantidad de grietas que se tienen en la superficie de rodamiento, la cantidad de cajetes y baches, así como la magnitud de las deformaciones. Para el tipo de vialidad del presente estudio se dice que cuando el índice de servicio llega a un valor de 2, se alcanza la falla funcional, es decir, que el tránsito se realiza con bastantes dificultades y que la comodidad del viaje llega a un mínimo. Si el camino sigue en servicio se llega a la falla estructural que es el momento en que prácticamente no se puede realizar el tránsito por el mismo.

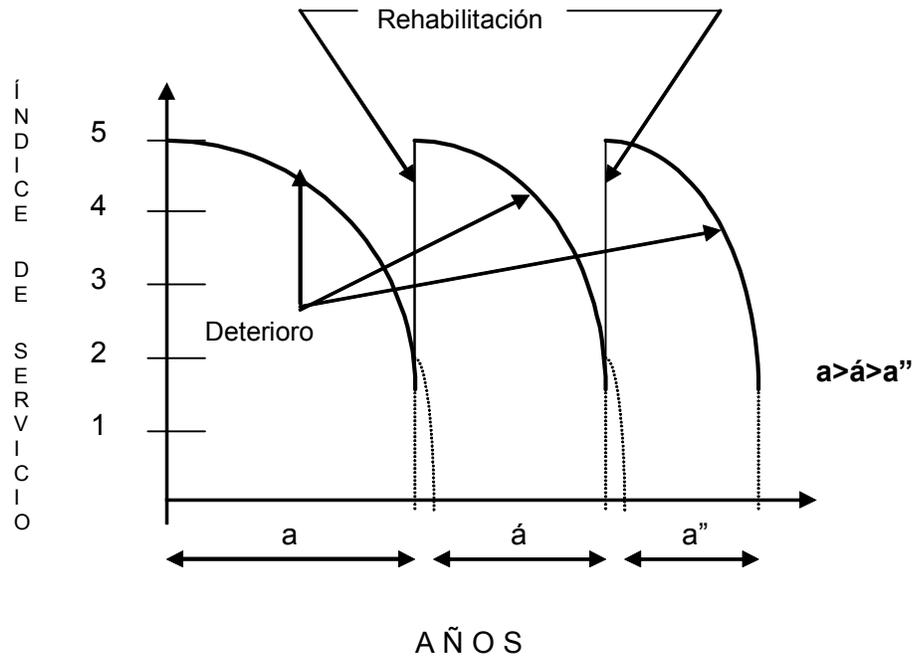
Cuando se lleva el historial del deterioro de un camino, obteniendo regularmente los índices de servicio, se obtiene una curva como la mostrada en la Figura II.14 con la cual se puede conocer aproximadamente el tiempo en que llegará a su falla estructural; pero también se pueden planear diferentes rehabilitaciones, de tal forma que aumenten su vida útil. Después de varios trabajos de este tipo, llegará un momento en que este tan dañada la estructura que lo que se requerirá será una reconstrucción de la obra. Esto se muestra en la Figura II.15, en la que se indica que después de puesta en servicio una obra, se deteriora hasta que en "n" años llega a su falla estructural; sin embargo, después de 4 o 5 rehabilitaciones el daño que se ha causado a la obra es tal que lo más conveniente es una reconstrucción, pues como se observa en la gráfica, la eficiencia de rehabilitación es cada vez menor.

Se deberá contar con un programa de control de malezas a lo largo de la vialidad y a la entrada del Túnel Vial para que estas no sean combustible del fuego en época de sequías.

**FIGURA II.21 ESQUEMA DEL DETERIORO DE UNA OBRA VIAL Y EL EFECTO DE UNA BUENA CONSERVACIÓN Y OTRA DEFICIENTE**



**FIGURA II.22 EFECTO DE LAS REHABILITACIONES EN LA VIDA DE UNA OBRA VIAL**



En el Anexo "Programas", se incluye el "Programa de Mantenimiento de Vialidad Panorámica y Túnel Vial en la Loma de Santa María, En Morelia, Michoacán", el cual es un programa tentativo de mantenimiento para el proyecto, el cual deberá ser ajustado por el municipio una vez que entre en operación la vialidad.

## II.2.7 Descripción de obras asociadas al proyecto

- **Requerimientos de energía eléctrica**

En la actualidad se está llevando el trámite ante la Comisión Federal de Electricidad, División Centro Occidente, Zona Morelia, para que este proporcione el servicio a la Vialidad Panorámica, previa creación de la infraestructura eléctrica necesaria que se requiera. De manera verbal se ha mencionado que no existirá problema en satisfacer los requerimientos para la vialidad.

La Comisión Federal de Electricidad, División Centro Occidente, Zona Morelia, por medio de Oficio No PAC-099/2007 de fecha 23 de enero de 2007, otorga factibilidad positiva para proporcionar servicio al Túnel Vial de energía eléctrica, previa creación de la infraestructura eléctrica necesaria, toda vez que se requiere instalar Transformadores de tipo Pedestal.

Carga total requerida para la vialidad: 23.7 Kw

Carga total requerida para el Túnel Vial: 32 Kw

**TABLA II.29 CUADRO DE CARGAS.**

**Vialidad Panorámica**

Alimentador o Cto. Derivado	Carga Watts o H.P	Corriente en A.	Longitud en M.	voltaje de operación	Conduct. por ducto.	Corriente corregida	Cálculo por corriente	Calc.x caída Secc.Trans v.(mm2)	Conductor Seleccion.	tubería en mm.
A-1	4,800	21.8	105	220	2	27.27	10	8.68	6	35
A-2	4,800	21.8	105	220	2	27.27	10	8.68	6	35
A-3	2,700	12.3	107	220	2	15.34	12	4.97	8	35
B-1	6,600	30.0	170	220	2	37.50	8	19.32	4	35
B-2	4,800	21.8	125	220	2	27.27	10	10.33	6	35

NOTA: Para nuestros cálculos todas las cargas se consideran continuas.

**Túnel Vial**

TÚNEL ASCENDENTE						
CIRCUITO	CARGA WATTS	LONGITUD	VOLTAJE	AMPERIOS	CALIBRE DE CONDUCTOR	TUBO CONDUIT
A-1	4,000.00	280.00	220.00	23.43	4	1 1/2"
A-2	4,000.00	560.00	220.00	27.32	2	1 1/2"
A-3	4,000.00	300.00	220.00	23.43	4	1 1/2"
A-4	3,750.00	580.00	220.00	21.96	2	1 1/2"
TOTAL	15,750.00					

TÚNEL DESCENDENTE						
CIRCUITO	CARGA WATTS	LONGITUD	VOLTAJE	AMPERIOS	CALIBRE DE CONDUCTOR	TUBO CONDUIT
A-1	4,250.00	300.00	220.00	24.89	4	1 1/2"
A-2	4,000.00	600.00	220.00	23.43	2	1 1/2"
A-3	4,000.00	300.00	220.00	23.43	4	1 1/2"
A-4	4,000.00	600.00	220.00	23.43	2	1 1/2"
TOTAL	16,250.00					

• **Requerimientos de agua potable**

La única agua requerida será para el riego de jardineras y áreas reforestadas y puede ser agua tratada proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Morelia que cumpla con la normatividad para tal fin.

Se requerirá agua para riego de las áreas verdes jardineras y áreas reforestadas de la vialidad a razón de 8 l/m<sup>2</sup> en el mes de máxima demanda (mayo), de 6.5 l/m<sup>2</sup> para los meses normales y se evitará regarlos en época de lluvias (junio a septiembre).

**II.2.8 Etapa de abandono del sitio**

Por la importancia que representa este tipo de obras y el servicio que ofrece, no se considera el abandono del sitio. Una vez que la vialidad rebasa la capacidad para la cual fue proyectada podrá sufrir rehabilitaciones, con el fin de que siga dando el servicio para la que fue proyectada.

## II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

- **Aguas residuales**

Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, las aguas residuales serán las generadas por los trabajadores involucrados; el volumen de generación será aproximadamente de 3 litros/trabajador/día. Se contarán con sanitarios portátiles y la empresa arrendadora será la responsable de su limpieza por lo menos tres veces por mes, y conducirá los residuos hacia el sitio que la autoridad competente le haya otorgado en el momento de su registro y permiso de operación.

Durante la operación de la vialidad no habrá generación de aguas residuales, mientras que durante los mantenimientos, el agua residual generada dependerá de las obras realizar y de la concentración del personal requerido para realizarlas.

- **Residuos peligrosos**

Dentro de los residuos que pueden ser generados son aceites y lubricantes (incluidos como de manejo especial), envases que los contengan, así como envases de pinturas y materiales impregnados con dichas sustancias. Serán manejados de manera ambientalmente apropiada y de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005. Por lo que la compañía constructora deberá darse de alta ante la SEMARNAT como generadora de residuos peligrosos y deberán ser recolectados por medio de una compañía recolectora autorizada por la propia Secretaría para la transportación y disposición final.

- **Residuos no peligrosos**

Los residuos sólidos municipales generados en la construcción deberán ser clasificados para su reúso y depositados en contenedores que deberán estar colocados estratégicamente para poder tener acceso a ellos fácilmente en cada frente de trabajo. Dichos contenedores facilitarán la clasificación de los residuos sólidos no peligrosos, en por lo menos orgánicos, inorgánicos y sanitarios.

Durante la construcción y de acuerdo a la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción los residuos generados son del orden del 3 al 10% del volumen del material a utilizar.

Durante la preparación del sitio se generarán residuos correspondientes a la capa superficial del suelo y los residuos vegetales producto del desmonte y despalle, así como los productos de los cortes y excavaciones.

Se generaran residuos resultado de la concentración de los trabajadores en el sitio del proyecto, los residuos serán papel, cartón, residuos orgánicos, latas, vidrio y plásticos. Considerando el factor de generación de basura de 0.5 kg/día/obrero. Los residuos deberán

ser almacenados, recolectados y conducidos por parte de la compañía constructora en forma adecuada hacia el basurero municipal ubicado hacia la salida a Quiroga, una vez que estos hayan sido seleccionados y separados de los materiales que pueden ser reutilizados como son vidrio, plástico, metales, cartón y papel, con el fin de poder incorporarlos a la actividad económica.

El proyecto ejecutivo tiene contemplada la colocación, en los sitios que marca el proyecto de arquitectura de paisaje, de basurero ecológico conocido como Papelera CR-30 con clave "CR-30" o similar, fabricada en polietileno media densidad empotrable con capacidad de 30 lts.; con llave de acceso, colores del capuchón: verde (basura orgánica) y azul (basura inorgánica), color del bote: gris. Las medidas son: Largo: 35.5 cm., Ancho: 34.0 cm., Alto: 74.0 cm.

Los residuos generados serán principalmente de basura, polvo, residuos de jardinería y animales muertos.

De acuerdo a los indicadores de Residuos Sólidos que permiten inferir con bastante precisión, según el tipo de fuente generadora, la cantidad unitaria de residuos generados en la operación de la vialidad y túnel, se tiene que el proyecto objeto del presente estudio pertenece a la zona clasificada como "Infraestructura Urbana", siendo la fuente generadora la propia vialidad con una generación unitaria de residuos sólidos municipales es de 31.383 kg/km/día, con un peso volumétrico de 768 Kg/m<sup>3</sup>.

Considerando la longitud total del proyecto que es de 4.5 km, se tiene una generación aproximada de 140 kg diarios, en un área total de barrido de 31,086.09 m<sup>2</sup>.

**TABLA II.30 AREA DE BARRIDO**

CONCEPTO	LONGITUD (m)	CUERPOS	ANCHO (m)	ÁREA DE BARRIDO (m <sup>2</sup> )
Vialidad panorámica	993.045	2	7	13,902.63
Túnel descendente	1,265.97	1	7	8,861.79
Túnel ascendente	1,188.81	1	7	8,321.67
<b>TOTAL</b>				<b>31,086.09</b>

La composición física esperada de los subproductos de la generación de residuos sólidos municipales dentro de la vialidad es la siguiente:

**TABLA II.31 COMPOSICION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LAS VIALIDADES**

SUBPRODUCTOS	INFRAESTRUCTURA URBANA (% PESO)
Papel	12.08
Cartón	3.83
Plástico de película	7.34
Plástico rígido	5.31
Vidrio	8.93
Lata (aluminio)	2.38
Residuos de jardinería	18.41
Residuos alimenticios	3.83
Otros	37.89
Total	100

Fuente: Diplomado en Sistemas de Control de Residuos Sólidos y Peligrosos

De acuerdo a la composición física de los productos antes mencionados, se pueden agrupar dichos subproductos de acuerdo a su vocación, con el fin de poderlos aprovechar. Para que esto pueda suceder deberá existir un cambio de mentalidad tanto en la población como en el servicio de recolección para poder hacer la selección de los subproductos, lo cual hasta la fecha no se ha podido llevar a cabo.

**TABLA II.32 VOCACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS**

TIPO DE RESIDUO	INFRAESTRUCTURA URBANA (% PESO)
No aprovechables	32.41
Reciclables	42.65
Áreas verdes	24.41
Peligrosos	0.53

Fuente: Diplomado en Sistemas de Control de Residuos Sólidos y Peligrosos

El túnel y la vialidad tendrán que incorporarse tanto a la ruta de recolección de residuos municipales del ayuntamiento, como en las rutas de barrido con el fin de recolectar los residuos generados, evitando así una mala imagen urbanística, máxime que será una vialidad muy importante, también se evitará la proliferación de fauna nociva y arrastre de residuos sólidos hacia las zonas bajas de la vialidad que impidan la conducción del agua pluvial hacia las alcantarillas, provocando inundaciones en época de lluvias, entre otras.

Durante los mantenimientos a la vialidad, los residuos generados dependerán directamente de las obras por realizar y de la concentración del personal siendo éstos parecidos a los indicados en la etapa de construcción.

El sitio de disposición final será el relleno sanitario municipal.

- **Emisiones a la atmósfera por motores de combustión interna**

Se producirán emisiones de gases, y partículas suspendidas a causa de los vehículos automotores que circulen por la vialidad en cantidades que se estiman de acuerdo a la tabla siguiente:

**TABLA II.33 PARTÍCULAS EMITIDAS A LA ATMÓSFERA POR MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Partículas (kg/h)	CO (kg/h)	HC (kg/h)	NO (kg/h)
2.4	4.4	2.5	9.0

Nota: Gases carbónicos: CO (Monóxido de carbono), HC (Ácido carbónico), NO: Oxido de Nitrógeno.

- **Ruido**

Durante la operación, los niveles de ruido generados serán típicos de una vialidad transitada, existirá ruido por el paso de vehículos en la tabla siguiente se indican los niveles de presión acústica de algunos vehículos automotores típicos.

**TABLA II.34 SONIDOS COMÚNES EN UNA VIALIDAD, PRESIONES ACÚSTICAS Y NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA**

FUENTE GENERADORA	PRESIÓN (microbar)	PRESIÓN ACÚSTICA dB(A)
<i>Crucero transitado</i>	6.3	90
<i>Automóvil a 6 metros</i>	1	74
<i>Motocicleta a 6 metros</i>	63	110
<i>Camión</i>	20	100

FUENTE: IMPACTO AMBIENTAL, A. Vázquez, E. César, Facultad de Ingeniería, UNAM

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 del 13 de enero de 1995, los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular de ahí que en la tabla siguiente se consignan los valores permisibles de ruido para los vehículos que circularán por la vialidad proyectada.

**TABLA II.35 LÍMITES PERMISIBLES DE RUIDO DE ACUERDO AL PESO VEHICULAR**

SÍMBOLO	TIPO DE VEHÍCULO	PESO (TON)	LÍMITES PERMISIBLES DE RUIDO dB(A)
Ap	Automóviles	1	86
Ac	Camionetas	5.5	92
B	Autobuses	12	99
C2	Camión (2 ejes)	12	99
C3	Camión (3 ejes)	18	99

### II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En cuanto a las aguas residuales generadas por los servicios sanitarios portátiles durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la empresa arrendadora o la constructora en su caso, será la responsable de su limpieza por lo menos tres veces por mes, y conducirá los residuos hacia el sitio que la autoridad competente le haya otorgado en el momento de su registro y permiso de operación.

Respecto a los residuos no peligrosos serán enviados al basurero municipal, previamente separados en orgánicos, inorgánicos y sanitarios.

Y en caso de general residuos de manejo especial y/o peligrosos se deberá dar su gestión adecuada en apego a la legislación aplicable, y se pondrán a disposición de una empresa autorizada por SEMARNAT para su transportación y disposición final

---

II	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	II-2
II.1	INFORMACIÓN GENERAL del proyecto.....	II-2
II.1.1	Naturaleza del Proyecto .....	II-2
II.1.2	Selección del Proyecto .....	II-6
II.1.3	Ubicación física del proyecto y planos de localización .....	II-6
II.1.4	Inversión requerida.....	II-12
II.1.5	Dimensiones del Proyecto .....	II-16
II.1.6	Uso actual de suelo .....	II-19
II.1.7	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	II-20
II.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	II-26
II.2.1	Programa general de trabajo .....	II-28
II.2.2	Estudio de campo y gabinete.....	II-30
II.2.3	Preparación del sitio .....	II-40
II.2.4	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	II-41
II.2.5	Etapas de construcción .....	II-45
II.2.6	Etapas de operación y mantenimiento.....	II-75
II.2.7	Descripción de obras asociadas al proyecto.....	II-78
II.2.8	Etapas de abandono del sitio .....	II-79
II.2.9	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	II-80
II.2.10	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos ..	II-84

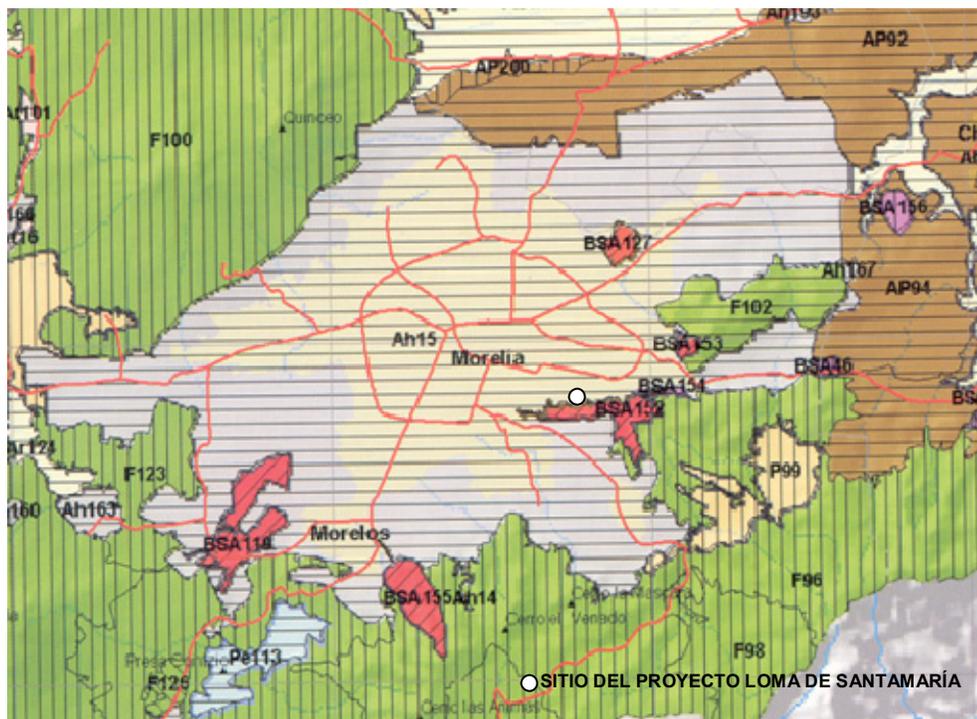
### III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.

#### III.1 Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio

Se cuenta con el “ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO 2002-2008”, emitido por la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente; El Ordenamiento Ecológico fue aprobado por los 13 cabildos de la cuenca de la parte de Michoacán. Publicado el Decreto en el Periódico Oficial del Estado, en donde se publicó el día 13 de junio del 2006.

El sitio de estudio queda definido con una política ambiental de protección en donde la clave de Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del uso propuesto para la zona de estudio se describirse como 152 Uso propuesto de protección (BSA) Bienes y Servicios Ambientales (Áreas Naturales Protegidas).

**FIGURA III.1 PLANO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO” 2002-2008**



FUENTE: ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO 2002-2008

## **III.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso del Centro de Población**

### **III.2.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO MICHOACAN 2003-2008**

El Gobierno del Estado tiene el desafío de incrementar sustancialmente su quehacer para fortalecer las capacidades de los gobiernos municipales, es claro que Michoacán se encuentra en una situación significativamente desfavorable en comparación con una buena parte de las entidades del país, lo que no se justifica bajo ningún concepto pues sus riquezas humanas y materiales son real y potencialmente extraordinarias. Por ello es que el esfuerzo gobernante no puede ser conservador. Revertir esta condición de entidad en proceso de creciente subdesarrollo es un desafío que tiene que aceptar un gobierno verdaderamente democrático.

Los 4 millones de habitantes que habitan su territorio se encuentran distribuidos en un universo de 9 mil 686 localidades, en condiciones en que el 49 por ciento vive en el reducido número de 40 concentraciones poblacionales.

Muchas localidades rurales dispersas enfrentan la carencia de vías de comunicación y medios de transporte adecuados para el desplazamiento de la población hacia las de mayor tamaño y desarrollo y, en consecuencia, para su inscripción competitiva en los mercados regionales laborales o de mercancías, o para el disfrute de diversos bienes y servicios culturales. Esta dispersión constituye un factor negativo para el desarrollo del sector primario y su infraestructura de apoyo, así como para la prestación de los servicios públicos esenciales.

El intenso crecimiento demográfico se ha traducido en una expansión física periférica dispersa y desordenada de los centros urbanos, misma que en muchos casos se ha dado a costa del uso de suelo agropecuario o forestal productivo y de reservas naturales de alta calidad, afectando la sustentabilidad ambiental en general y la urbana en particular.

La planeación y gestión del desarrollo urbano es una función constitucional de los gobiernos municipales. Sin embargo, el gobierno estatal puede promover y estimular el cumplimiento de esta función, y asesorar a los Ayuntamientos, mediante el manejo de los apoyos e incentivos presupuestales y la orientación que puedan ofrecer las dependencias y entidades de la Administración Estatal.

Se promoverá el respeto a los usos del suelo establecidos por los programas de desarrollo urbano, regulados con criterios de economía del recurso disponible y la sustentabilidad ambiental, entre los cuales habría que incluir la densificación de los usos del suelo disponible en las áreas ya urbanizadas, para reducir la ocupación de suelo rural y de conservación ambiental periférico, y evitar la contaminación de las áreas de recarga de los mantos acuíferos.

La falta o violación constante de los planes de desarrollo urbano municipales vigentes, aunado a la especulación urbana, ha generado asentamientos irregulares y un acelerado cambio de uso de suelo, que viene afectando las áreas agrícolas, reservas ecológicas y

zonas verdes urbanas en detrimento de la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores. Las pocas áreas verdes, jardines, camellones y parques urbanos existentes no cubren las necesidades ambientales mínimas requeridas para la producción de oxígeno, recreación estética y esparcimiento. Esto afecta además la calidad del aire y la recarga de acuíferos.

En los centros urbanos más importantes, el crecimiento incesante del número de automóviles privados, en combinación con la insuficiencia y deterioro del transporte público local, o el paso de los flujos vehiculares regionales, entra en conflicto con la trama de vialidad de sus áreas centrales, o de las estructuras de las localidades menores heredadas del pasado e inadecuadas para este uso intensivo. El resultado es una creciente congestión vehicular y mayor contaminación del aire, fenómeno que puede llegar en el futuro a afectar seriamente la salud de los habitantes, como ya ocurre en otras ciudades del país.

En el plano urbano, se establecerán los lineamientos generales de regulación ecológica de asentamientos humanos para prevenir y corregir el impacto ambiental regional de los centros de población. Esta acción es particularmente importante en una entidad donde el acelerado crecimiento de las zonas urbanas se ha conjugado con la poca o nula planeación y la ausencia de mecanismos rigurosos de regulación de uso del suelo.

A pesar de ser un estado con una gran diversidad de ecosistemas, sólo alrededor del uno por ciento de la superficie total del estado se encuentra bajo algún régimen de protección federal o estatal, y son muy jóvenes aún las experiencias de algunas comunidades rurales tendientes a promover la conservación y uso colectivo de la biodiversidad.

Por ello, la presente Administración realizará una “*delimitación científica y socialmente adecuada de áreas naturales que puedan catalogarse como protegidas (ANP)*”, así como de los corredores biológicos con condicionantes de uso y de aprovechamiento social y productivo de los recursos naturales, estimulando, apoyando y acompañando todas las iniciativas comunitarias que se encaminen y comprometan en una ruta similar.

La Consulta Ciudadana en el ejercicio de Gobierno implica un compromiso de participación, donde los actores, Sociedad y Gobierno, deben asumir sus responsabilidades inherentes. Para la Sociedad significa pasar de un estado protagónico estático a uno activo con verdadera ética ciudadana, y para el Gobierno, transformar sus estructuras orgánicas y sus prácticas funcionales para tener una administración pública eficiente y honesta que dé respuesta de manera coherente a la nueva relación con la Sociedad. Esto es, establecer verdaderamente un Gobierno Democrático y Participativo, propósito permanente del actual Gobierno.

### III.2.2 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE MORELIA 2005-2007

Entre los objetivos planteados dentro del plan de desarrollo municipal de Morelia, destaca el promover el crecimiento ordenado de los principales centros de población, acorde en la medida de lo posible con el medio ambiente, mediante el desarrollo de estructura básica, de carretera y transporte, que son las situaciones a las que se aspira alcanzar, se presenta el desarrollo de una comunicación vial eficiente con las 161 localidades del municipio, al igual que la dignificación de accesos carreteros a la ciudad.

El desarrollo urbano se entiende como un complejo proceso en el que se expresa la dinámica económica, social y política de la sociedad; que se desarrolla en un territorio determinado, en el que intervienen muchos aspectos de la vida social pasada, presente y futura. También se reconoce al desarrollo urbano, como la conducción del crecimiento ordenado de los asentamientos humanos con base en criterios de sustentabilidad, de cuidado del ambiente, de manera que satisfaga las necesidades actuales y prevea las futuras, en armonía con el medio ambiente que nos rodea, ya que será la base de una mejor calidad de vida.

*“La dotación y mantenimiento de infraestructura y equipamiento de una ciudad, debe ser directamente proporcional a su crecimiento y tamaño”. La infraestructura existente, requiere de mantenimiento y ocasionalmente de rehabilitación, y deben realizarse ampliaciones debido a la demanda social y al desarrollo de nuevos proyectos urbanos.*

*“Para el área urbana de Morelia, la infraestructura vial es insuficiente, entre otras cosas por el incremento de algunos factores importantes, como la población, la actividad económica y de servicios y la oferta educativa del nivel medio superior.”*

#### **Estrategia en materia de vialidad y transporte.**

Formular las normas y programas, así como construir infraestructura, que permitan avanzar en el ordenamiento de la vialidad y el transporte en la ciudad, y su vinculación con la comunicación carretera.

#### **Líneas de acción.**

- Concluir la formulación del Programa Sectorial de Vialidad y Transporte de la ciudad de Morelia y establecer los mecanismos técnicos, financieros y administrativos para su aplicación.
- *Propiciar alternativas viales que descongestionen el tránsito de vehículos.*
- *Mejorar y actualizar los sistemas de estructuras viales y construir nuevas alternativas para facilitar el tránsito vehicular y peatonal.*
- Atender las vialidades urbanas mediante acciones de mantenimiento y conservación.
- Llevar a cabo la modernización del sistema de semáforos.

### **III.2.3 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA OCTUBRE 2004**

Se cuenta con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia aprobado en sesión extraordinaria de cabildo el 05 de octubre de 2004 y publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 18 de noviembre de 2004.

En dicho programa se considera el uso de suelo actual en el sitio de estudio como Reserva Ecológica Urbana (REU), como se muestra en la Figura III.2. Sin embargo el propio

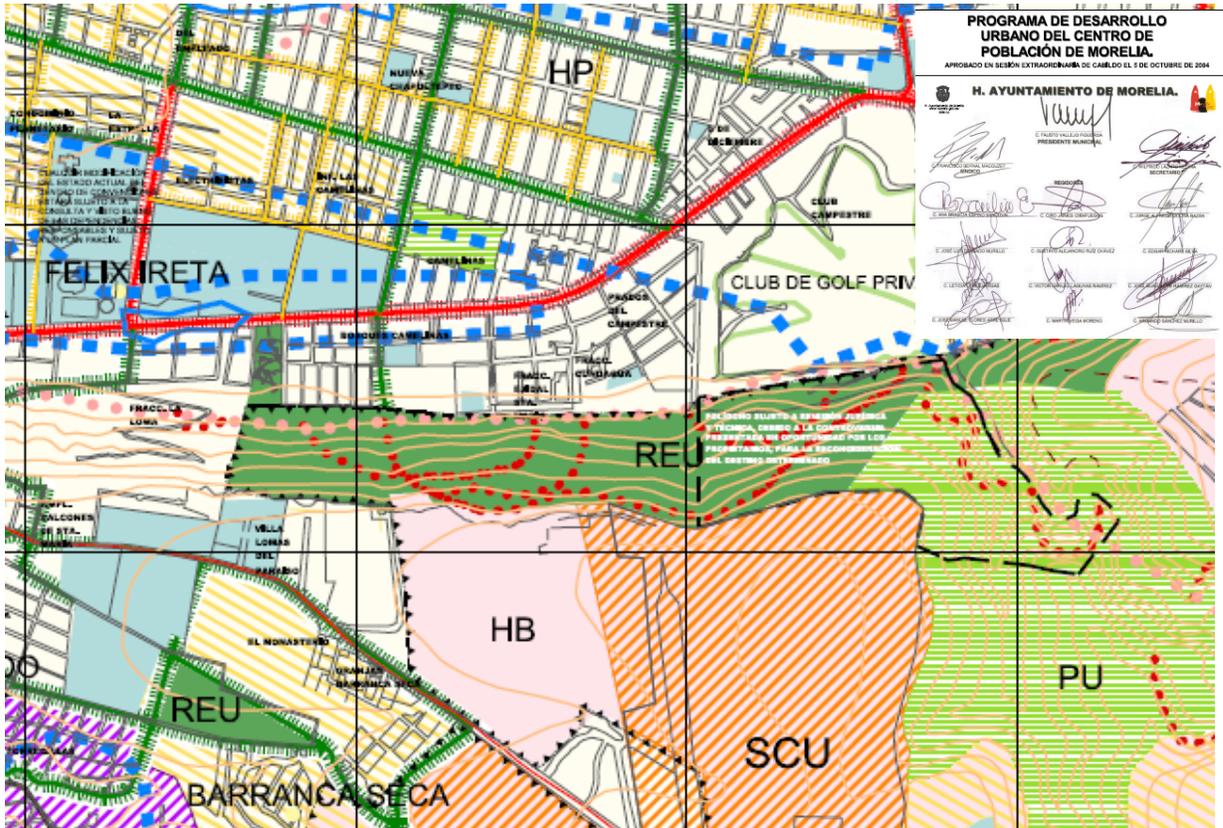
programa de desarrollo Urbano contempla, en la misma zona de estudio, una vialidad superficial y la alternativa de construcción de un túnel subterráneo como se muestra en el Plano E-6C “Estructura Vial en Área Urbana de Morelia” (Figura III.3), siendo éste un instrumento de planeación autorizado y que involucró en su momento a varios sectores de la población. Por lo que actualmente, tomando en cuenta las consideraciones señaladas en dicho instrumento, el ayuntamiento de Morelia ha realizado el Proyecto Oficial Definitivo y los Estudios de Impacto Ambiental, Mecánica de suelos, Impacto Vial y los estudios técnicos conducentes que justifiquen y fundamenten el trazo definitivo.

Dentro de los objetivos que persigue el Programa de Desarrollo Urbano se señala lo siguiente:

### **Estructura urbana vial y de transporte**

- Establecer el ordenamiento urbano debido y necesario para que el centro de población de Morelia se desarrolle acorde con el crecimiento de la población y necesidades de la misma.
- Identificar la estructura vial existente proponiendo soluciones que descongestionen las avenidas existentes.
- Determinar el ordenamiento del desarrollo urbano evitando congestionamientos superposición y omisión de funciones urbanas.
- Definir una estructura urbana que sea base del proceso de transformación y renovación urbana que Morelia requiere consolidándola como centro regional de servicios y al interior bajo criterios de beneficio social.
- Mejorar en cantidad y calidad la prestación de los servicios públicos.
- Definir la estructura vial primaria que integre las áreas actuales con las de crecimiento de la ciudad.
- Incentivar el ordenamiento del transporte colectivo, eficientar rutas y optimizar recorridos.
- Introducir los elementos necesarios que propicien la formación de una estructura urbana racional con criterios sociales.

**FIGURA III.2 PLANO USO DE SUELO PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA**



FUENTE: PLANO USO DE SUELO PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA

 **REU RESERVA ECOLÓGICA URBANA**  
ÁREA DENTRO DEL LÍMITE DEL CENTRO DE POBLACIÓN PARA ESTABLECER UN ADECUADO EQUILIBRIO DE ESTE Y EL AMBIENTA QUE LO CIRCUNDA

En las colindancias del sitio de estudio los usos de suelo corresponden a:

 **HP DENSIDAD PRE EXISTENTE EN MANCHA URBANA ACTUAL**  
LA MISMA DENSIDAD PREDOMINANTE DE VIVIENDAS Y LOTE TIPO EXISTENTE EN EL ENTORNO INMEDIATO DEL PREDIO

 **HB DENSIDAD BAJA HASTA 34 VIV./HA.**  
EN FRACCIONAMIENTO RESIDENCIAL

 **SCU SUBCENTRO URBANO**  
ÁREAS CON USO PREDOMINANTE COMERCIAL, SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO PARA LA ATENCIÓN POR SI SOLOS O EN CONJUNTO A UNA POBLACIÓN NO MAYOR DE 100,000 HABITANTES Y RADIO MÁXIMO DE COBERTURA NO MAYOR DE 1,800 METROS

 **PU PARQUE URBANO**

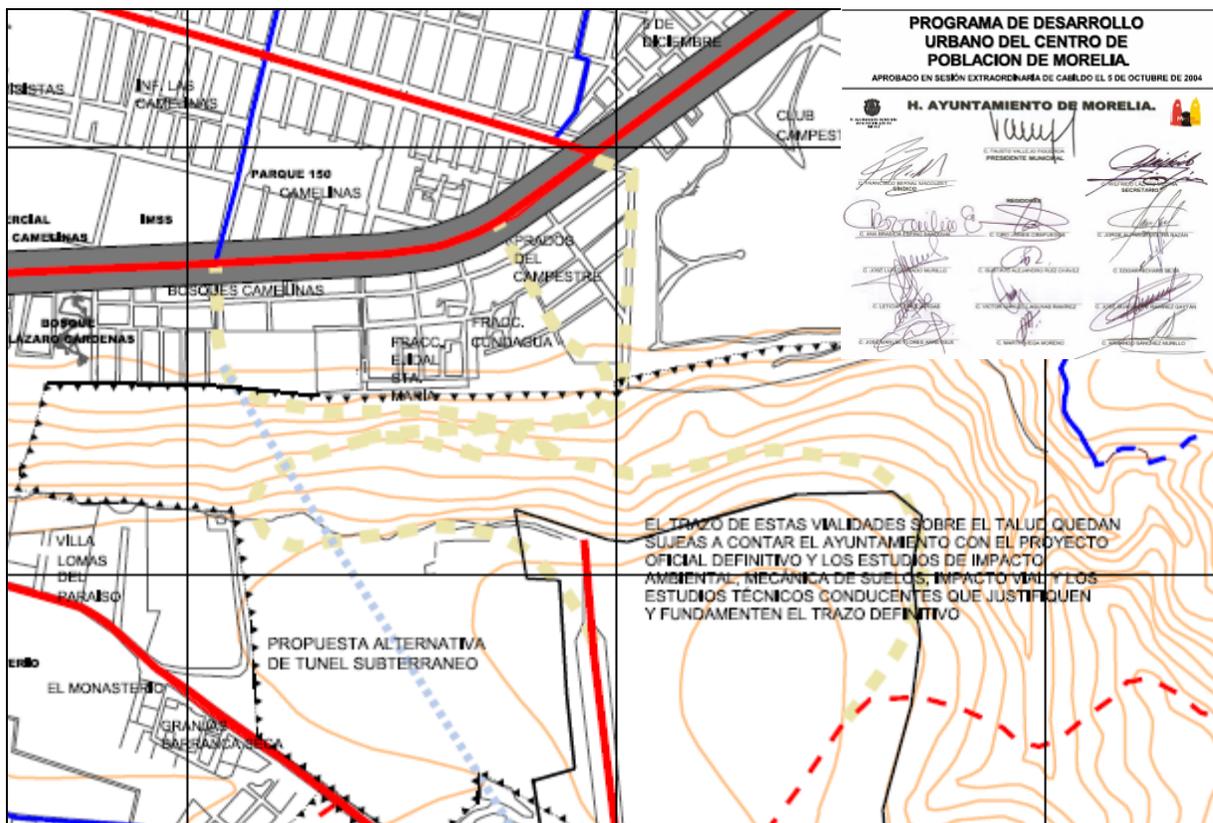
 EQUIPAMIENTO EXISTENTE

 LÍMITE DE MANCHA URBANA

En el plano se observan las áreas delimitadas de vulnerabilidad y riesgos:

-  LÍNEA DE FALLAS Y FRACTURAS
-  ESTRUCTURA DE INESTABILIDAD DE TALUD
-  ZONAS INUNDABLES

**FIGURA III.3 PLANO E-6C ESTRUCTURA VIAL EN ÁREA URBANA DE MORELIA**



FUENTE: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia Plano E-6C Estructura Vial en Área Urbana de Morelia

## **Dictamen de uso de suelo**

Un instrumento normativo que regula el uso de suelo y que deriva de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, es el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia 2004, publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 18 de noviembre del 2004, mismo que establece el ordenamiento general, respecto del cual los predios donde se pretende efectuar el trazo del proyecto de la vialidad y el Túnel Vial se localizan en dos tipos de unidades o zonas de uso predominantes: Reserva Ecológica Urbana (REU) y Subcentro Urbano (SCU).

En relación con este Programa y en atención a los usos de suelos permitidos y/o condicionados, el H. Ayuntamiento de Morelia, por medio de Oficio No. SDUMA-DDU-US6087/06, de fecha 27 de noviembre de 2006, emitió dictamen condicionado de uso de suelo para Equipamiento Vial para acceso al lugar conocido como la Loma de Santa María. Cuya copia se incluye en el Anexo "Documentos Legales".

## **Verificación de Congruencia**

Por medio de oficio SUMA-OS-0160/07 de fecha 01 de febrero de 2007 la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente otorga de manera condicionada la Verificación de Congruencia de Dictamen de Uso de Suelo emitido por el Ayuntamiento de Morelia, para "el desarrollo y ejecución del Acceso Vial (Vialidad Panorámica y Túnel Vial) a la Loma de Santa María", Cuya copia se incluye en el Anexo "Documentos Legales".

## ***III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.***

- **Programa Nacional Forestal 2001-2006**

Determina prioridades, objetivos, estrategias y líneas de acción para contener y revertir los procesos de deterioro de los ecosistemas forestales para superar las dificultades que enfrenta la actividad forestal, la constante degradación de los ecosistemas forestales se relaciona con políticas y prácticas que han representado una fuerte presión sobre estos recursos y que han tenido como consecuencias la erosión, sedimentación de lagos, obras hidráulicas y ríos, disminución en la recarga de mantos acuíferos en varias regiones del país y reducción del potencial productivo por la pérdida de fertilidad de suelos.

- **Plan Estatal de Desarrollo Forestal 2003-2008**

La situación actual obliga a desarrollar un nuevo esquema de desarrollo forestal, que nos conduzca a la sustentabilidad, en el cual sea posible obtener los satisfactores para la vida humana, junto con la protección y conservación de los ecosistemas.

Se considera como unidad básica el análisis de las cuencas hidrográficas, como el elemento principal para fundamentar el manejo de los recursos naturales existentes.

El Plan de Desarrollo Forestal Sustentable de la entidad, obedece a la necesidad de dar un nuevo rumbo, tanto en el diseño, como en la aplicación de las políticas públicas estatales relacionadas con la preservación del medio ambiente, tomando como principio fundamental, el aprovechamiento y manejo racional y sustentable de los recursos forestales de la entidad.

- **Inventario Estatal Forestal (SDAF, 1994)**

La superficie forestal tiene una gran relevancia en la Entidad, conforme al Inventario Nacional Forestal Periódico de 1994, las superficies arboladas compactas son estimadas en 1'831,600 ha, de estas 1'315,566 ha corresponden a bosques templados y 516,034 ha a selvas, en su mayoría bajas y medianas. Los bosques están localizados en los macizos montañosos del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur (Sierra de Coalcomán) y constituyen el 30% de la superficie total de aptitud forestal, distribuidos en 86 de los 113 municipios de la Entidad.

Con base en la información del Inventario Forestal del Estado (SDAF, 1994) se estimó que de la superficie total de bosques, 644,971 has (59.6 %) son comerciales o que presentan existencias de más de 100 m<sup>3</sup>/ha; mientras que 437,038 has (40.4 %) son no comerciales, es decir presentan existencias por hectárea menores de 100 m<sup>3</sup>.

- **Regiones terrestres prioritarias**

El sitio de estudio no se encuentra incluido dentro de las zonas terrestres prioritarias definidas por CONABIO.

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

La región hidrológica protegida conocida como "Pátzcuaro y Cuencas Endorréicas cercanas" se localiza en los estados de Michoacán y Guanajuato y cuenta con una extensión de 7,092.87 km<sup>2</sup>, definida por el polígono de Latitud 20°20'24" - 19°04'48" N Longitud 101°55'48" - 100°48'36" W

En esta región se encuentran los siguientes recursos hídricos localizados en la zona de interés:

Recursos Lénticos:

Presa de Cointzio.- Tiene una capacidad de 60.7 mm<sup>3</sup>. Fue construida con el propósito de servir para riego, proporcionar agua potable, controlar avenidas y generar energía eléctrica.

Recursos Lóticos:

Río Grande y Río Chiquito de Morelia.

### **III.4 Análisis de los instrumentos normativos**

Sin perjuicio de la observación de las leyes federales, la cuales además no limitan las facultades de los estados, el artículo 115 Constitucional, le permite a los Ayuntamientos para formular, aprobar y administrar la zonificación y los Planes de Desarrollo Urbano Municipal; así como participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; igualmente los faculta para que expidan los reglamentos y disposiciones administrativas que se requieran para el cumplimiento de este objetivo, de conformidad con lo señalado en el párrafo tercero del artículo 27 de la misma Norma Jurídica Federal.

#### **Leyes**

El presente trabajo considera el marco legal constituido por las siguientes leyes:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF. 28 -01-1988, se incorporaron modificaciones publicadas en el DOF hasta el 12 de febrero de 2007)

Establece en su Artículo 28 el tipo de obras y actividades que requieren la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, por lo que el proyecto queda incluido en el inciso VII.- Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas.

Así mismo esta vinculada con el proyecto en cuanto a la prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos, prevención y control de la contaminación de suelo, materiales y residuos peligrosos en las etapas de preparación del sitio y construcción.

En la Sección VI de la Ley, existen preceptos con carácter jurídico, obligatorio y general, para cierto número de acciones. Estas se refieren principalmente al control de contaminación atmosférica ocasionada por las emisiones de humo, vibración y ruido, así como ciertas medidas para la ejecución de desmontes y la protección de mantos acuíferos que pueden contaminarse por el drenaje de la obra o por la dispersión inadecuada de residuos sólidos.

El Título Tercero y Cuarto de la Ley, para la protección del agua, suelo y sus recursos, prohíbe la descarga, depósito o infiltración de contaminantes en los suelos sin el cumplimiento de las normas reglamentarias y los lineamientos técnicos correspondientes.

El Título Cuarto, en cuanto a la protección del ambiente, prohíbe la descarga o expedición de contaminantes que alteren la atmósfera o que provoquen degradación o molestias en perjuicio del ecosistema.

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

La aplicación de esta ley y su reglamento corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT-PROFEPA, así como la inspección y vigilancia forestales. El objeto de la presente ley es reglamentar la parte correspondiente del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, manejo, cultivo y producción de los recursos forestales del país, a fin de propiciar el desarrollo sustentable.

Dentro de la política forestal y las normas y medidas que se observarán en la regulación y fomento de las actividades forestales, éstas deberán sujetarse a los principios, criterios y disposiciones previstas en la Ley General del Equilibrio

- Ley de Aguas Nacionales (DOF 29-04-2004 con las últimas reformas publicadas en DOF. 29-04-2004)

Esta Ley esta vinculada con el proyecto en: La contaminación de las aguas en las etapas de preparación y construcción.

- Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (DOF. 08-10-2003)

Esta Ley esta vinculada con el proyecto en: Clasificación de los residuos, Manejo integral de los residuos peligrosos en las etapas de preparación y construcción.

- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán, (POE 13-04- 2000).

Esta Ley esta vinculada con el proyecto en: La regulación ecológica de los asentamientos humanos, la prevención y control de la contaminación del agua, la contaminación de cuerpos receptores, prevención y control de la contaminación de la atmósfera, del ruido y vibraciones energía térmica y lumínica, residuos sólidos no peligrosos en las etapas de preparación y construcción.

- Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán, (POE 15-06-1995)

De acuerdo a la ley, el Municipio es competente para (artículo 14) "...regular, controlar y vigilar las reservas, usos y destinos de áreas y predios en los centros de población , así como administrar la zonificación prevista en los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y los demás que de estos se deriven", y el Gobierno del Estado para vigilar el cabal cumplimiento de los mismos (artículo 276).

- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo (POE 21-11-2004, FE DE ERRATAS POE 30-11-2004)

Título Segundo, de la Distribución de Competencias en Materia Forestal, Capítulo II de la Coordinación Institucional, Artículo 11, Inciso VII Autorizar el cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.

Título Cuarto, del Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Forestales, Capítulo I, de las Autorizaciones para el Aprovechamiento de los Recursos Forestales, Artículo 45. La Comisión, por conducto de su titular, en los términos de los mecanismos de coordinación establecidos con la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá otorgar las siguientes autorizaciones:

- I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción;
- Ley de Transito y Vialidad del Estado de Michoacán de Ocampo

Esta Ley esta vinculada con el proyecto en: aplicar las normas para regular y ordenar la circulación de vehículos y peatones en las vías públicas terrestres abiertas a la circulación, de jurisdicción estatal y municipal.

Artículo 9°. Incisos I. Expedir las disposiciones relativas a la regulación y vigilancia del tránsito y vialidad en las vías públicas del Estado; II. Establecer, ordenar, administrar y regular las vías públicas y los transportes en el ámbito de su competencia; III. Acordar y ordenar medidas de seguridad para prevenir daños con motivo de la circulación de vehículos; IV. Expedir las normas generales de carácter técnico, relativas a las características de la infraestructura carretera, de la infraestructura y equipamiento vial, circulación, señalamiento y transporte; IX. Expedir las licencias y permisos para operar y conducir vehículos, con las modalidades y características que establece esta Ley y su reglamento; X. Registrar vehículos, expedir los elementos de identificación conforme a su tipo y características como placas, calcomanías, hologramas y tarjetas de circulación; así como las verificaciones vehiculares conforme a la Ley de la materia; XI. Aplicar sanciones por infracciones a la presente Ley y su reglamento.

Artículo 10. Incisos III. Dictar las medidas idóneas para organizar el tránsito de vehículos en las vías públicas del Estado, con el propósito de mejorar la circulación, preservar el medio ambiente y salvaguardar la seguridad de las personas, sus bienes y el orden público; IV. Cumplir y hacer cumplir en la esfera de su competencia, los ordenamientos federales y estatales en materia de protección del ambiente, del equilibrio ecológico y la prevención y control de la contaminación generada por vehículos automotores; V. Coordinar y ejecutar las acciones y medidas de auxilio que se adopten en relación con el tránsito de peatones y de vehículos en caso de terremoto, explosión, inundación, siniestro, asalto, actos de vandalismo, manifestaciones, marchas, bloqueos de vialidad, accidentes graves o cualquier alteración del orden público; VI. Coordinar, a través de la Subsecretaría, a la Dirección, a la Dirección de Protección Civil y demás autoridades o corporaciones de seguridad pública, en los programas de auxilio a la población en casos de accidentes y desastres.

Artículo 11. Incisos II. Dictar las medidas conducentes para la administración, vigilancia y control de tránsito y vialidad en las vías públicas de jurisdicción estatal; III. Proporcionar asesoría en materia de tránsito y vialidad a los municipios que lo soliciten; IV. Ejecutar, supervisar y controlar las actividades de tránsito en el Estado; V. Coordinar y supervisar

las actividades de los elementos de tránsito y vialidad; VI. Controlar la vigilancia del tránsito vehicular en las vías públicas del Estado, así como las convenidas y coordinadas con los municipios y la Federación; VII. Opinar respecto de los señalamientos de tránsito y vialidad en las vías públicas estatales; VIII. Apoyar y supervisar la capacitación de los aspirantes y de los elementos activos que ejerzan la función operativa de tránsito y vialidad; IX. Coordinarse en materia de tránsito y vialidad, con autoridades y corporaciones federales, estatales y municipales en el ámbito de su competencia; X. Autorizar y ordenar el retiro de la vía pública de vehículos, objetos, personas o animales que obstaculicen o pongan en peligro el tránsito, remitiéndolos a los depósitos correspondientes y presentando a las personas ante las autoridades competentes en caso de delito o falta grave; XI. Analizar en coordinación con los municipios la problemática de tránsito y vialidad, a fin de formular el Programa Estatal de Seguridad Pública en materia de tránsito y vialidad.

## **Reglamentos**

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental. DOF 30-05-2000  
Este reglamento define con mayor precisión las atribuciones de la Secretaría y los casos y/o tipos de obra que requieren de manifestaciones de impacto ambiental, las modalidades que les corresponden y el alcance de los trabajos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos(DOF. 30-11-06)  
Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: La generación de residuos peligrosos y del manejo de éstos en las etapas de preparación del sitio y construcción.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y control de la contaminación atmosférica (DOF. 25-11-1988, se incorporaron modificaciones publicadas en el DOF. 03-06-2004)  
Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: La emisión de contaminantes a la atmósfera, generada por fuentes fijas y móviles en las etapas de preparación del sitio y construcción.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (DOF 12-01-1994).  
Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: Control de Avenidas y Protección contra inundaciones en la etapa de preparación del sitio y construcción de la vialidad.
- Reglamento interior de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Artículo 68 y Transporte de sustancias químicas DOF 28-01-1998.  
Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: Las etapas de preparación y construcción de la vialidad.

- Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos DOF 29-03-1993.

Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: Las etapas de preparación y construcción de la vialidad.

- Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, PO 17-Mayo-2004

En el marco del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, artículo 5, fracción III. y fracción VI., y previas reuniones con la SUMA, se obtuvo resolutive en materia de impacto ambiental SUMA-DOGA-DPA/007/2007, por considerar la obra dentro de un Área Natural Protegida de competencia del Estado.

Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: Las etapas de preparación y construcción de la vialidad.

- Reglamento en Materia Forestal, de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán PO 07-06-2001

Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: Las etapas de preparación y construcción de la vialidad.

- Reglamento: El Reglamento de la Ley de Tránsito y Vialidad del Estado de Michoacán de Ocampo PO 31-12-2002

Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: establecer las normas relativas a la seguridad vial de los menores, personas en edad avanzada, personas con discapacidad y peatones en general, así como la de conductores y pasajeros, en su tránsito por las vías públicas del Estado.

- Reglamento de La Ley de Protección Civil del Estado de Michoacán de Ocampo. (Publicado en el Periódico Oficial del Estado, el día lunes 6 de Julio de 1998, Cuarta Sección).

Este reglamento esta vinculado con el proyecto en: establecer las normas relativas a la seguridad de la población.

### **Normas Oficiales Mexicanas**

A continuación en la tabla siguiente se señalan las normas que quedan involucradas en el proyecto.

**TABLA III.1 NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

Normas	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	Regula las aguas residuales que se generen en las etapas de preparación y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-041-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Especialmente en la maquinaria utilizada en las obras de la etapa de preparación y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-045-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.	Especialmente en la maquinaria utilizada en las obras de la etapa de preparación y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-048-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible	Los vehículos deberán contar con la verificación correspondiente.
NOM-050-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible	Los vehículos deberán contar con la verificación correspondiente.
NOM-076-SEMARNAT-1995, Emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta	Los vehículos deberán contar con la verificación correspondiente.
NOM-052-SEMARNAT-2004, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. DOF 23-06-06.	Principalmente en los residuos peligrosos generados en las etapas de preparación del sitio y construcción de la vialidad y el túnel.
LISTADO 1: Acuerdo por el que se expide el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, "Tóxicas"	Definen las actividades altamente riesgosas.

(DOF. 28-03-1990).	
--------------------	--

Normas	Vinculación con el proyecto
LISTADO 2: Acuerdo por el que se expide el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, "Inflamables y Explosivas", (DOF. 04-05-1992	Definen las actividades altamente riesgosas.
NOM-053-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. DOF 22-October-1993	Residuos peligrosos generados en las etapas de preparación y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. DOF 22-October-1993	Residuos peligrosos generados en las etapas de preparación del sitio y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-055-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos	Confinamiento final de los residuos peligrosos en la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-056-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos	Resguardo de los residuos peligrosos en la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-057-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos	Resguardo de los residuos peligrosos en la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-058-SEMARNAT-2001, Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	Resguardo de los residuos peligrosos en la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-059-SEMARNAT-2001, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	Identificación de especies que poseen algún status de conservación y que pudieran estar en peligro por las actividades en las etapas de preparación del sitio y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-060-SEMARNAT-1994 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal. DOF 13-mayo-1994.	Principalmente en las etapas de preparación y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-061-SEMARNAT-1994 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. DOF 13-mayo-1994	Principalmente en las etapas de preparación y construcción de la vialidad y el túnel.
Normas	Vinculación con el proyecto

NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Establece los límites permisibles de ruido generados por la maquinaria y/o equipos principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción de la vialidad y el túnel.
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición	Maquinaria de construcción en la etapa de preparación y construcción del sitio.
NOM-082-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Maquinaria de construcción en la etapa de preparación y construcción del sitio.
NOM-083-SEMARNAT-1996, Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.	Confinamiento de los residuos sólidos en la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-113-SEMARNAT-1998, Establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.	Subestaciones que alimenten los sistemas de iluminación y alumbrado de la vialidad y el túnel.
NOM-114-SEMARNAT-1998, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equip. Urbano, de servicios y turísticas.	Líneas de transmisión que alimenten los sistemas de iluminación y alumbrado de la vialidad y el túnel.
NOM-002-SCT2-1994, Listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-003-SCT2-1994, Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-004-SCT2-1994, Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-005-SCT2-1994, Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y Residuos peligrosos.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
<b>Normas</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>

NOM-006-SCT2-1994, Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-007-SCT2-1994, Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-011-SCT2-1994, Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-010-SCT2-1994, Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-019-SCT2-1994, Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-020-SCT2-1995, Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, especificaciones SCT 306, SCT 307 y SCT 312.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-024-SCT2-1994, Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-028-SCT2-1998, Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.	En la etapa de preparación y construcción de la obra.
NOM-015-SCT4-1994, Sistema de separadores de agua e hidrocarburos. Requisitos y especificaciones	En la etapa de preparación y construcción de la obra.

### Normativa para la infraestructura del transporte (Normativa SCT),

El proyecto ejecutivo, la construcción y mantenimiento de la vialidad se basa en la Normativa para la infraestructura del transporte (Normativa SCT), actualizado al 29 de noviembre de 2006, Secretaría de comunicaciones y transportes (SCT).

Dichas normas, se muestran a continuación, las cuales son especificaciones internas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, sin que a la fecha hayan sido promulgadas como norma mexicana o norma oficial mexicana.

**TABLA III.23 NORMATIVIDAD SCT**

**LIBRO: PRY. PROYECTO**

**TEMA: CAR. Carreteras**

<b>Título:01 Estudios Geológicos</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Ejecución de Estudios Geológicos	N PRY CAR 1 03 001/00
Fotogeología y Levantamientos Geológicos	N PRY CAR 1 03 002/00
Presentación del Estudio Geológico	N PRY CAR 1 03 003/00

<b>Título:02 Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes	N·PRY·CAR·1·06·001/00
Trabajos de Campo	N·PRY·CAR·1·06·002/00
Procesamiento de Información	N·PRY·CAR·1·06·003/00 M·PRY·CAR·1·06·003/00
Análisis Hidrológicos	N·PRY·CAR·1·06·004/00 M·PRY·CAR·1·06·004/00
Análisis Hidráulicos	N·PRY·CAR·1·06·005/00 M·PRY·CAR·1·06·005/00
Presentación del Estudio Hidráulico-Hidrológico para Puentes	N·PRY·CAR·1·06·006/00

**PARTE: Proyecto de Puentes y Estructuras**

<b>TÍTULO: 01 Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares	N·PRY·CAR·6·01·001/01
Características Generales de Proyecto	N·PRY·CAR·6·01·002/01
Cargas y Acciones	N·PRY·CAR·6·01·003/01
Viento	N·PRY·CAR·6·01·004/01
Sismo	N·PRY·CAR·6·01·005/01
Combinaciones de Cargas	N·PRY·CAR·6·01·006/01
Distribución de Cargas	N·PRY·CAR·6·01·007/04
Consideraciones para Puentes Especiales	M·PRY·CAR·6·01·008/04
Presentación del Proyecto de Nuevos Puentes y Estructuras Similares	N·PRY·CAR·6·01·009/04

**PARTE: Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras**

<b>TÍTULO: 01 Proyecto de Señalamiento</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Ejecución de Proyectos de Señalamiento	N·PRY·CAR·10·01·001/99
Diseño de Señalamiento Horizontal	N·PRY·CAR·10·01·002/99 N·PRY·CAR·10·01·002/05
Diseño de Señales Preventivas	N·PRY·CAR·10·01·003/99
Diseño de Señales Restrictivas	N·PRY·CAR·10·01·004/99
Diseño de Señales Informativas	N·PRY·CAR·10·01·005/99
Diseño de Señales Turísticas y de Servicios	N·PRY·CAR·10·01·006/99
Diseño de Señales Diversas	N·PRY·CAR·10·01·007/99
Diseño de Estructuras de Soporte para Señales Verticales	N·PRY·CAR·10·01·008/99
Presentación del Proyecto de Señalamiento	N·PRY·CAR·10·01·009/99

<b>TÍTULO: 02 Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Ejecución de Proyecto de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras	N·PRY·CAR·10·03·001/01
Señalamiento Vertical para Protección en Obras	N·PRY·CAR·10·03·002/01
Dispositivos de Canalización para Protección en Obras	N·PRY·CAR·10·03·003/01
Presentación del Proyecto de Señalamiento para Protección en Obras	N·PRY·CAR·10·03·004/01

<b>TÍTULO: 03 Señalamiento de Dispositivos de Seguridad</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Ejecución de Proyectos de Dispositivos de Seguridad	N·PRY·CAR·10·04·001/05
Dispositivos para Control de la Velocidad	N·PRY·CAR·10·04·006/05

**PARTE Conceptos de Obra**

<b>TÍTULO: 01 Terracerías</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Desmonte	N·CTR·CAR·1·01·001/00
Despalme	N·CTR·CAR·1·01·002/00
Cortes	N·CTR·CAR·1·01·003/00
Escalones de liga	N·CTR·CAR·1·01·004/00
Excavación para Canales	N·CTR·CAR·1·01·005/00
Afinamiento	N·CTR·CAR·1·01·006/00
Excavación para Estructuras	N·CTR·CAR·1·01·007/00

Bancos	N·CTR·CAR·1·01·008/00
Capítulo	Designación
Terraplenes	N·CTR·CAR·1·01·009/00
Terraplenes Reforzados	N·CTR·CAR·1·01·010/00
Rellenos	N·CTR·CAR·1·01·011/00
Recubrimientos de Taludes	N·CTR·CAR·1·01·012/00
Acarreos	N·CTR·CAR·1·01·013/00
Abatimiento de Taludes	N·CTR·CAR·1·01·014/00
Bermas	N·CTR·CAR·1·01·015/00
Anclas	N·CTR·CAR·1·01·016/00
Concreto Lanzado	N·CTR·CAR·1·01·017/00

TÍTULO:02 Estructuras	
Capítulo	Designación
Mampostería de Piedra	N·CTR·CAR·1·02·001/00
Zampeado	N·CTR·CAR·1·02·002/00
Concreto Hidráulico	N·CTR·CAR·1·02·003/00 N·CTR·CAR·1·02·003/04
Acero para Concreto Hidráulico	N·CTR·CAR·1·02·004/00 N·CTR·CAR·1·02·004/02
Acero Estructural y Elementos Metálicos	N·CTR·CAR·1·02·005/01
Estructuras de Concreto Reforzado	N·CTR·CAR·1·02·006/01
Estructuras de Concreto Presforzado	N·CTR·CAR·1·02·007/01
Estructuras de Acero	N·CTR·CAR·1·02·008/01
Parapetos	N·CTR·CAR·1·02·009/00
Guarniciones y Banquetas	N·CTR·CAR·1·02·010/00
Preservación de Madera	N·CTR·CAR·1·02·011/00
Recubrimiento con Pintura	N·CTR·CAR·1·02·012/00
Demoliciones y Desmantelamientos	N·CTR·CAR·1·02·013/00

TÍTULO: 03 Drenaje y Subdrenaje	
Capítulo	Designación
Alcantarillas de Lámina Corrugada de Acero	N·CTR·CAR·1·03·001/00
Alcantarillas Tubulares de Concreto	N·CTR·CAR·1·03·002/00
Cunetas	N·CTR·CAR·1·03·003/00
Contracunetas	N·CTR·CAR·1·03·004/00
Revestimiento de Canales	N·CTR·CAR·1·03·005/00
Lavaderos	N·CTR·CAR·1·03·006/00
Bordillos	N·CTR·CAR·1·03·007/00
Vados	N·CTR·CAR·1·03·008/00

Subdrenes	N·CTR·CAR·1·03·009/00
Geodrenes	N·CTR·CAR·1·03·010/00
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Capas Drenantes	N·CTR·CAR·1·03·011/00
Drenes de Penetración Transversal	N·CTR·CAR·1·03·012/00
Trincheras Estabilizadoras	N·CTR·CAR·1·03·013/00

<b>TÍTULO: 04 Pavimentos</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Revestimientos (Nombre anterior)	N·CTR·CAR·1·04·001/00
Revestimientos Estabilizados y no Estabilizados	N·CTR·CAR·1·04·001/03
Subbases y Bases	N·CTR·CAR·1·04·002/00 N·CTR·CAR·1·04·002/03
Capas Estabilizadas	N·CTR·CAR·1·04·003/00
Riegos de Impregnación	N·CTR·CAR·1·04·004/00
Riegos de Liga	N·CTR·CAR·1·04·005/00
Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente	N·CTR·CAR·1·04·006/00 N·CTR·CAR·1·04·006/01 N·CTR·CAR·1·04·006/04 N·CTR·CAR·1·04·006/06
Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frío	N·CTR·CAR·1·04·007/00 N·CTR·CAR·1·04·007/01 N·CTR·CAR·1·04·007/04 N·CTR·CAR·1·04·007/06
Carpetas por el Sistema de Riegos	N·CTR·CAR·1·04·008/00
Carpetas de Concreto Hidráulico	N·CTR·CAR·1·04·009/00 N·CTR·CAR·1·04·009/01 N·CTR·CAR·1·04·009/04 N·CTR·CAR·1·04·009/06

<b>TÍTULO: 05 Túneles</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Excavación de Túneles con Explosivos	N·CTR·CAR·1·05·001/00
Excavación de Túneles con Máquinas Perforadoras de Frente Pleno en Roca	N·CTR·CAR·1·05·002/00
Excavación de Túneles con Escudo en Suelos	N·CTR·CAR·1·05·003/00
Anclas para Soporte de Túneles	N·CTR·CAR·1·05·004/00
Malla Electrosoldada en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·005/00
Concreto Lanzado en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·006/00
Marcos Metálicos en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·007/00
Revestimiento de Túneles	N·CTR·CAR·1·05·008/00

Inyecciones en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·009/00
------------------------	-----------------------

<b>TÍTULO:06 Cimentaciones</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Pilotes de Madera	N·CTR·CAR·1·06·001/01
Pilotes Precolados	N·CTR·CAR·1·06·002/01
Pilotes Colados en el Lugar	N·CTR·CAR·1·06·003/01
Pilotes de Acero	N·CTR·CAR·1·06·004/01
Cilindros y Cajones de Cimentación	N·CTR·CAR·1·06·005/01
Tablaestacados	N·CTR·CAR·1·06·006/01

<b>TÍTULO: 07. Señalamiento y Dispositivos de Seguridad</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Marcas en el Pavimento	N·CTR·CAR·1·07·001/00
Marcas en Guarniciones	N·CTR·CAR·1·07·002/00
Marcas en Estructuras y Objetos Adyacentes a la Superficie de Rodamiento	N·CTR·CAR·1·07·003/00
Vialetas y Botones	N·CTR·CAR·1·07·004/00 N·CTR·CAR·1·07·004/02
Señales Verticales Bajas	N·CTR·CAR·1·07·005/00
Señales Verticales Elevadas	N·CTR·CAR·1·07·006/00
Indicadores de Alineamiento	N·CTR·CAR·1·07·007/00
Reglas y Tubos Guía para Vados	N·CTR·CAR·1·07·008/00
Defensas	N·CTR·CAR·1·07·009/00
Barreras Centrales	N·CTR·CAR·1·07·010/00
Bordos	N·CTR·CAR·1·07·011/00
Vibradores	N·CTR·CAR·1·07·012/00
Guardaganados	N·CTR·CAR·1·07·013/00
Barreras	N·CTR·CAR·1·07·014/00
Cercas	N·CTR·CAR·1·07·015/00
Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras	N·CTR·CAR·1·07·016/00

<b>TÍTULO: 08. Obras Marginales</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Poliductos para Fibra Óptica en el Acotamiento de Carreteras	N·CTR·CAR·1·08·001/01
Registros para Fibra Óptica en el Acotamiento de Carreteras	N·CTR·CAR·1·08·002/01
Poliductos para Fibra Óptica en la Calzada de Carreteras	N·CTR·CAR·1·08·003/01

Registros para Fibra Óptica en la Calzada de Carreteras	N·CTR·CAR·1·08·004/01
Poliductos para Fibra Óptica en Caminos Rurales	N·CTR·CAR·1·08·005/01
Registros para Fibra Óptica en Caminos Rurales	N·CTR·CAR·1·08·006/01

**LIBRO: CSV CONSERVACIÓN**

**TEMA: CAR. Carreteras**

*PARTE: Trabajos de Conservación Rutinaria*

<b>TÍTULO: 01. Obras de Drenaje y Subdrenaje</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Limpieza de Cunetas y Contracunetas	N·CSV·CAR·2·01·001/01
Limpieza de Canales	N·CSV·CAR·2·01·002/01
Limpieza de Alcantarillas	N·CSV·CAR·2·01·003/01
Limpieza de Colectores	N·CSV·CAR·2·01·004/01
Limpieza de Lavaderos	N·CSV·CAR·2·01·005/01
Limpieza de Registros	N·CSV·CAR·2·01·006/01
Limpieza de Subdrenes	N·CSV·CAR·2·01·007/01
Limpieza de Vados	N·CSV·CAR·2·01·008/01
Limpieza de Obras Especiales de Control y Protección	N·CSV·CAR·2·01·009/01

<b>TÍTULO: 02. Pavimentos</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos	N·CSV·CAR·2·02·001/00
Sellado de Grietas Aisladas en Carpetas Asfálticas	N·CSV·CAR·2·02·002/00
Bacheo Superficial Aislado	N·CSV·CAR·2·02·003/00
Bacheo Profundo Aislado	N·CTR·CAR·2·02·004/00 N·CTR·CAR·2·02·004/03
Sellado de Grietas y Juntas en Losas de Concreto Hidráulico	N·CSV·CAR·2·02·005/02

<b>TÍTULO: 03. Puentes y Estructuras</b>	
<b>Capítulo</b>	<b>Designación</b>
Limpieza de Juntas de Dilatación	N·CSV·CAR·2·03·001/01
Limpieza de Parapetos, Banquetas y Camellones	N·CSV·CAR·2·03·002/01
Limpieza de Drenes	N·CSV·CAR·2·03·003/01
Limpieza de Estribos, Pilas, Columnas y Aleros	N·CSV·CAR·2·03·004/01

<b>TÍTULO: 04. Túneles</b>
----------------------------

Capítulo	Designación
Impermeabilización de Revestimientos	N·CSV·CAR·2·04·001/01
Limpieza de Paredes y Bóvedas	N·CSV·CAR·2·04·002/01

TÍTULO: 05. Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	
Capítulo	Designación
Reposición de Marcas en el Pavimento	N·CSV·CAR·2·05·001/01
Reposición de Marcas en Guarniciones	N·CSV·CAR·2·05·002/01
Reposición de Marcas en Estructuras y Objetos Adyacentes a la Superficie de Rodadura	N·CSV·CAR·2·05·003/01
Limpieza de Vialitas y Botones	N·CSV·CAR·2·05·004/01
Limpieza de Señales Verticales	N·CSV·CAR·2·05·005/01
Limpieza de Defensas y Barreras Centrales	N·CSV·CAR·2·05·006/01
Reposición de Vialitas para Defensas y Barreras Centrales	N·CSV·CAR·2·05·007/01
Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación	N·CSV·CAR·2·05·011/01

Fuente: Normativa para la infraestructura del transporte (Normativa SCT), actualizado al 29 de noviembre de 2006.

### III.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

- **Zona Protectora Forestal Vedada “Cuenca hidrográfica del Río Chiquito de Morelia, Mich.” DOF 08-09-1936**

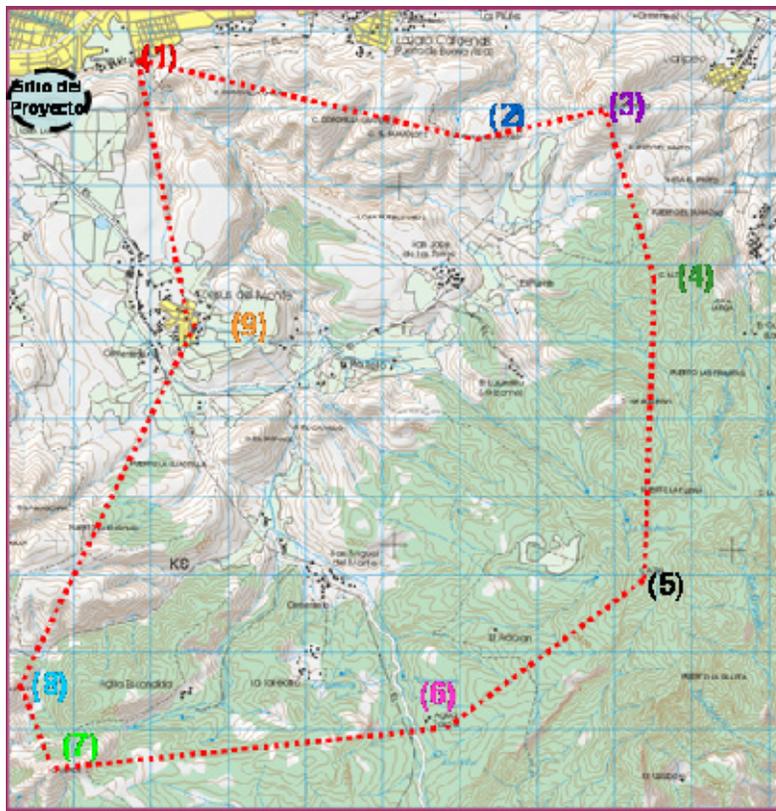
La zona donde se llevará a cabo la obra se encuentra dentro del área de influencia pero no dentro del área “Cuenca del Río Chiquito de Morelia”, decretada con fecha de 08/09/1936 y una extensión de 6,405 ha, con fines de conservación de la vegetación para controlar y retener el escurrimiento de aguas pluviales. Actualmente con una superficie de 7,375 ha.

“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 **(1)** hacia el Oriente, hasta llegar al cerro de La Nopalera, pasando por el puerto del Venado **(2)**, hasta terminar en el cerro de Aparicio **(3)** ; de este punto, bajando hacia el Sur, se sigue la línea que une los puntos del cerro alto **(4)** con los cerros de Punta de Tierra y La Rosa, cambiando de dirección hacia el Suroeste se continúa hasta el cerro Azul **(5)** , siguiendo por los parajes denominados Cruz de Piedra, Puerto de Campanario, Puerto del Sauz, La Lechugilla, Agua Zarca **(6)** y La Mora; de este punto y con dirección al Oeste se sigue la línea recta que pasa por la Cruz de los Zimbos **(7)** o Cruz

Gorda y llega al cerro Verde (8); 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 (9) y, finalmente, de este punto el polígono se cierra encontrando el punto de partida o sea la hacienda del Molino”.

**FIGURA III.4 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA DE LA DELIMITACIÓN DEL DECRETO DE LA CUENCA DEL RÍO CHIQUITO EN LA CARTA TOPOGRÁFICA DE MORELIA**

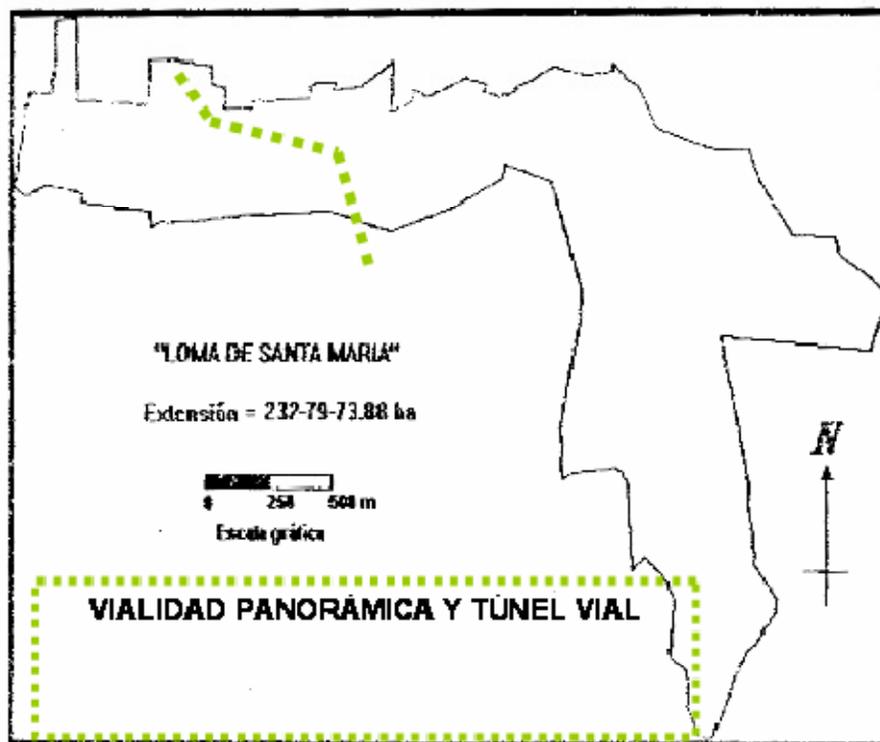


- **Zona sujeta a conservación ecológica “Loma de Santa María y Depresiones Aledañas”**

La vialidad panorámica y el túnel vial esta ubicado al sur de la ciudad de Morelia en el cerro de Santa María donde colinda con zonas urbanas, el proyecto se encuentra dentro del polígono del Área Natural Protegida, con el carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, la "Loma de Santa María" y depresiones aledañas. Cuyo decreto fue publicado el 19 de agosto de 1993, con una superficie de 232-79-73.88 hectáreas, ubicadas en el municipio de Morelia, Mich.

Para la realización del proyecto se requiere afectar una superficie total de 43,900 m<sup>2</sup>, de los cuales 38,500 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.65% de la superficie del área protegida, aunque cabe mencionar que estas dimensiones serán menores una vez terminada la construcción ya que el área a ocupar por la infraestructura permanente es de 32,013.61 m<sup>2</sup> de los cuales 26,613.61 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.14% de la superficie del área protegida.

**FIGURA III.5 POLIGONO DEL ANP “LOMA DE SANTA MARÍA”**



En relación con las restricciones de uso de suelo establecidas en este decreto se señala que “a efecto de que se cumpla la función protectora, queda estrictamente prohibido, la construcción de todo tipo de edificaciones o instalaciones que no sean las destinadas para los fines de este decreto, de acuerdo al programa de manejo del área de protección”. En este sentido se puede mencionar que la Loma de Santa María en los años que lleva su decreto no ha recibido un manejo como área natural protegida, el decreto únicamente es administrativo, limita el uso del suelo pero no se han efectuado expropiaciones o compras de predios para destinarlos a la conservación.

En el artículo 103, fracción VII. Del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado, se señala que “se requerirá autorización de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y

sin perjuicio de las disposiciones normativas aplicables las siguientes obras y actividades:  
VII. obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización de la Secretaría”.

### **III.6 Bandos y reglamentos municipales**

- ❖ Reglamento Interno del Comité de Planeación Para el Desarrollo del Municipio de Morelia.
- ❖ Reglamento Municipal para el Control y Funcionamiento del Comercio en la Vía Publica en su modalidad de Tianguis. POF-10/12/2004.
- ❖ Reglamento de Protección al Medio Ambiente del Municipio de Morelia.
- ❖ Reglamento de Protección Civil del Municipio de Morelia.
- ❖ Reglamento General de Limpieza Publica Dentro del Municipio De Morelia, Michoacán. POF-12/02/2001.
- ❖ Reglamento para las Áreas Verdes del Municipio de Michoacán. POF- 07/03/2005.

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	III-86
III.1 Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio .....	III-86
III.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso del Centro de Población .....	III-87
III.2.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO MICHOACAN 2003-2008 .....	III-87
III.2.2 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE MORELIA 2005-2007 .....	III-88
III.2.3 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA OCTUBRE 2004 .....	III-89
III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.....	III-93
III.4 Análisis de los instrumentos normativos.....	III-95
III.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. III-110	
III.6 Bandos y reglamentos municipales .....	III-113

## **IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO INVENTARIO AMBIENTAL**

### ***IV.1 Delimitaciones del área de estudio***

La delimitación del sitio de estudio se realizó en base a las consideraciones señaladas en los incisos a continuación, donde se ha integrado la información obtenida a partir de las dimensiones del proyecto, así como a los factores sociales que obedecen a la necesidad de un nuevo acceso a la Loma de Santa María, los rasgos físicos y medio natural del sitio, así como el uso de suelo y la estructura vial del municipio.

Esta obra es un gran reto para la ingeniería vial ya que se ubica en una zona compleja desde el punto de vista topográfico y geotécnico, destacando el aspecto de que se trabajará en espacios reducidos con fuertes pendientes en terreno muy escarpado.

### a) Dimensiones del proyecto

**TABLA IV.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO Y DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

CONCEPTO	DIMENSIONES	UNIDAD
<b>VIALIDAD</b>		
Longitud total de la vialidad superficial	993.045	Km
Ancho de corona	19.5	m
Ancho de calzada	7 x 2	m
Ancho de la franja a afectar	40	m
Área requerida para la vialidad	38,500	m <sup>2</sup>
<b>Túnel</b>		
Longitud total del túnel	5,100	m <sup>2</sup>
Túnel ascendente	1,265.97	m
Túnel descendente	1,265.97	m
Sección de excavación	37.10	m <sup>2</sup>
Sección útil	34.12	m <sup>2</sup>
Área total requerida para las lumbreras	300	m <sup>2</sup>
Área total requerida para el proyecto	43,900	m <sup>2</sup>
Excavaciones a la entrada del túnel	3,523	m <sup>3</sup>
Túnel piloto	34,706	m <sup>3</sup>
Minero continuo	55,574	m <sup>3</sup>

Se realizará para la construcción una excavación total como se muestra a continuación:

La superficie para las obras permanentes son las siguientes:

- Vialidad 19,860 m<sup>2</sup> que representa el 45% de la superficie total requerida.
- Túnel 5,400 m<sup>2</sup> que representa el 12% de la superficie total requerida.
- El 43% de la superficie representa principalmente al ancho a afectar en la vialidad y que corresponde a las obras de preparación y construcción de la obra.

El total de la superficie del proyecto es de (43,900 m<sup>2</sup>) y corresponde el sitio de estudio a la comunidad vegetal de bosque Pino-Encino, si referimos la superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal, entendida esta como la superficie que ocupa la proyección de copas de los árboles, solo se estaría afectando en promedio un 35% de la superficie que comprende el proyecto ya que este es el porcentaje en promedio de cobertura de copa arbórea del área en estudio.

Para albergar la vialidad superficial, se requerirá afectar especies arbóreas y arbustivas como se muestra a continuación:

- Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
- Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
- Volumen de los árboles mayores a 10 cm.= 153 m<sup>3</sup>
- Número de especies arbóreas encontradas= 28
- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
- Número total de especies encontradas en el trazo= 51

Número total de árboles inventariados= 2,155

## b) Factores Sociales

El factor social es una de las causas principales del presente proyecto ya que como se ha mencionado el proyecto beneficiará en su traslado a los habitantes de la zona sur de la ciudad y a los pobladores de las tenencias más cercanas la de Santa María de Guido y Jesús del Monte principalmente. La comunicación vial entre estos puntos es muy necesaria ya que dichas vialidades actualmente tienen alta afluencia de automóviles y que junto con la carretera a Jesús del Monte se convierten en una sola vía de acceso para toda la zona de crecimiento acelerado que se presenta en las tenencias de Santa María y Jesús del Monte.

En la actualidad se cuenta con tres accesos, sin embargo éstos son insuficientes e inadecuados, ya que no fueron diseñadas para que transitarán por ellas la cantidad de vehículos actual, máxime que en algunos casos se aprovecharon calles que originalmente fueron construidas para dar servicio únicamente a fraccionamientos particulares como es el caso de la Loma y Balcones de Santa María. Por lo que actualmente el problema se agudiza, sobre todo en horas pico, ya que al desarrollarse esta zona de la ciudad ha provocado la saturación de estas subidas, incrementándose el problema de congestión vial, contaminación atmosférica y acústica, problemática que se incrementará aún más con la densificación acelerada de la zona.

La ciudad de Morelia ha venido presentando un crecimiento poblacional como uno de los polos de desarrollo más importantes del Estado, crecimiento que demanda entre otras cosas el equipamiento vial de las zonas de crecimiento. El desarrollo urbano de la parte sur de Morelia es ya un hecho, como se puede apreciar en la creciente infraestructura en la loma de Santa María y Jesús del Monte, la cual ha presentado un proceso acelerado de urbanización, incrementando la densidad poblacional del sitio y el creciente desarrollo de equipamiento urbano como es el caso de escuelas, universidades, desarrollos comerciales y habitacionales. Situación que se espera sea mucho mayor en los próximos años.

En la actualidad ya se presentan problemas de congestión y saturación de dichos accesos y de sus intersecciones con la Av. Camelinas y con el Periférico Sur, es de esperarse que con la densificación de la zona sea el problema cada vez mayor por lo que el presente proyecto obedece a la necesidad de proporcionar a la población un acceso seguro, con un desarrollo geométrico adecuado que permita acceder a una zona que actualmente presenta problemas de congestión vial y que a corto plazo se espera sea mucho

mayor, ya que la densificación de la zona va en aumento.

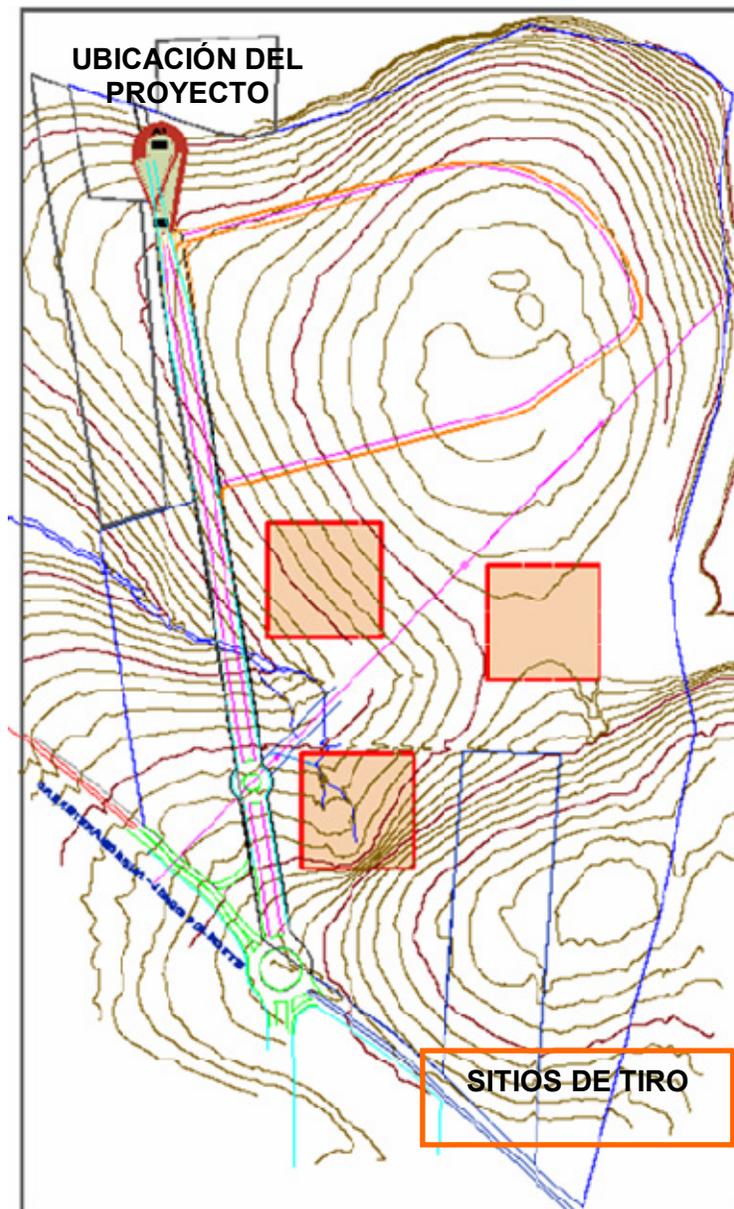
Se contempla que la construcción de esta vialidad urbana sea una obra que preserve el entorno ecológico con el compromiso del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas, para minimizar cualquier afectación y riesgo ecológico, el respeto a la propiedad privada y que sea un detonante para el desarrollo económico y social de la loma de Santa María y poblaciones aledañas.

Dentro de los objetivos particulares que se persiguen con el proyecto están los siguientes:

1. Disminución de contaminación por emisiones a la atmósfera y contaminación acústica derivados de los congestionamientos viales existentes; sobre todo en hora pico, para acceder a Santa María.
2. Disminución de los tiempos de traslado de la población hacia la loma de Santa María.
3. Enlazar de manera eficiente y segura, a la Ciudad de Morelia con la zona de franco crecimiento y equipamiento urbano asentadas en las Tenencias de Santa María y Jesús del Monte.
4. Es una solución vial en donde se ha diseñado para un tránsito promedio diario anual de 18,000 vehículos con una tasa de crecimiento anual de 4% en un periodo de diseño de 25 años.
5. Formar parte de la Infraestructura Vial que demanda la zona sur de la Ciudad de Morelia.

El proyecto tiene delimitado y contempla los siguientes sitios de tiro para el material producto de la excavación de los túneles, los cuales se ubican cercanos al sitio de la obra y los cuales se encuentran previamente perturbados, sin vegetación natural como se puede apreciar en el reporte fotográfico.

**FIGURA IV.1 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE TIRO DE MATERIAL**



**c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;**

Al sur de la ciudad de Morelia se encuentran las lomas de Santa María y Cerritos; adelante están los cerros de San Andrés, que se unen, en la parte noroeste, con el pico del Quinceo, la mayor altura en la zona, con 2,787 metros sobre el nivel del mar, que tienen conexión con las lomas de Tarímbaro y los cerros de Cuto y de Uruétaro, los cuales delimitan al valle y los separan del lago de Cuitzeo.

La zona en estudio se caracteriza por una topografía que se clasifica como lomerío fuerte a montañoso predominando este último con elevaciones de 1,910 m, y hasta 2,000, la vialidad “corre” a lo largo de una de las zonas más abruptas de la zona de la Loma de Santa María.

En la ciudad de Morelia se presenta un clima Templado Subhúmedo, con verano fresco largo y con lluvias en verano, la temperatura media del mes más frío es de  $-3$  y  $18^{\circ}\text{C}$ .

El tipo de vegetación de la zona corresponde a bosque de Pino – Encino.

En particular esta vialidad se ubica en zonas de tobas riolíticas instaladas cerca de rocas ígneas extrusivas ácidas y en las zonas de lomerío suave se tienen tobas alteradas arcillosas.

En la zona baja cercana al km 0+000 se tienen suelos aluviales arcillosos y en el resto del tramo se encuentran tobas con diferentes grados de alteración y en buena parte se tiene roca tipo riolítica cantera e ignimbritas de consistencia dura a muy dura, lo que debe tenerse en cuenta durante la construcción.

Dentro de las fallas regionales la que se encuentra más cercana al sitio de estudio es una estructura geológica clasificada como una falla normal, llamada Falla de la Paloma (Morelia-Acambay) la cual es paralela a la dirección de la vialidad que va de este a oeste cerca de 9.25 km.

**d) Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas);**

En la ciudad de Morelia están representados diferentes tipos de vegetación, comenzando en el sitio de estudio se presenta el bosque de Pino - Encino además en el cerro de Santa María se puede encontrar hacia el suroeste de la ladera bosque Mesófilo de Montaña aunque en una muy pequeña porción de este y hacia el sureste más hacia la cuenca del río Chiquito selva baja caducifolia, en la ribera del río Chiquito bosque de Galería y más hacia el sur en las montañas Bosque de Pino mejor conservado y hacia el noroeste en el cerro del Quinceo se encuentra el Matorral Subtropical.

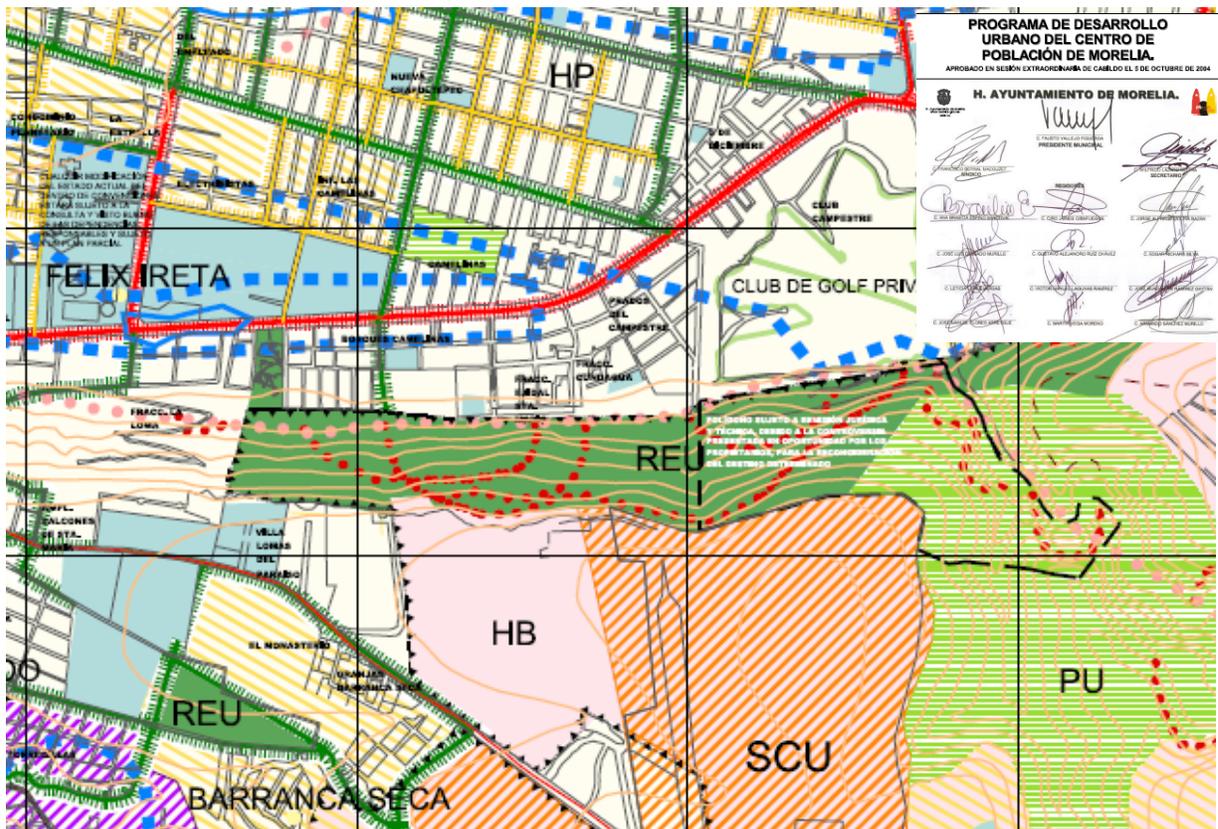
**e) Usos de suelo permitidos por el Programa de Desarrollo Urbano aplicable para la zona**

Se cuenta con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia aprobado en sesión extraordinaria de cabildo el 05 de octubre de 2004 y publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 18 de noviembre de 2004.

En dicho programa se considera el uso de suelo actual en el sitio de estudio como Reserva Ecológica Urbana (REU), como se muestra en la Figura IV.3. Sin embargo el propio programa de desarrollo Urbano contempla, en la misma zona de estudio, una vialidad superficial y la alternativa de construcción de un túnel subterráneo como se muestra en el Plano E-6C “Estructura Vial en Área Urbana de Morelia” (Figura IV.4), siendo éste un instrumento de planeación autorizado y que involucró en su momento a varios sectores de la población. Por lo que actualmente, tomando en cuenta las consideraciones señaladas en dicho instrumento, el ayuntamiento de Morelia ha realizado el Proyecto Oficial Definitivo y los Estudios de Impacto Ambiental, Mecánica de suelos, Impacto Vial y los estudios técnicos conducentes que justifiquen y fundamenten el trazo definitivo.

Dentro de los objetivos que persigue el Programa de Desarrollo Urbano se señala lo siguiente:

**FIGURA IV.2 PLANO USO DE SUELO PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA**



 **REU RESERVA ECOLOGICA URBANA**  
ÁREA DENTRO DEL LÍMITE DEL CENTRO DE POBLACIÓN PARA ESTABLECER UN ADECUADO EQUILIBRIO DE ESTE Y EL AMBIENTE QUE LO CIRCUNDA

FUENTE: PLANO USO DE SUELO PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA

En las colindancias del sitio de estudio los usos de suelo corresponden a:

 **HP DENSIDAD PRE EXISTENTE EN MANCHA URBANA ACTUAL**  
LA MISMA DENSIDAD PREDOMINANTE DE VIVIENDAS Y LOTE TIPO EXISTENTE EN EL ENTORNO INMEDIATO DEL PREDIO

 **HB DENSIDAD BAJA HASTA 34 VIV./HA.**  
EN FRACCIONAMIENTO RESIDENCIAL

 **SCU SUBCENTRO URBANO**  
ÁREAS CON USO PREDOMINANTE COMERCIAL, SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO PARA LA ATENCIÓN POR SI SOLOS O EN CONJUNTO A UNA POBLACIÓN NO MAYOR DE 100,000 HABITANTES Y RADIO MÁXIMO DE COBERTURA NO MAYOR DE 1,800 METROS

 **PU PARQUE URBANO**

 **EQUIPAMIENTO EXISTENTE**

 **LÍMITE DE MANCHA URBANA**

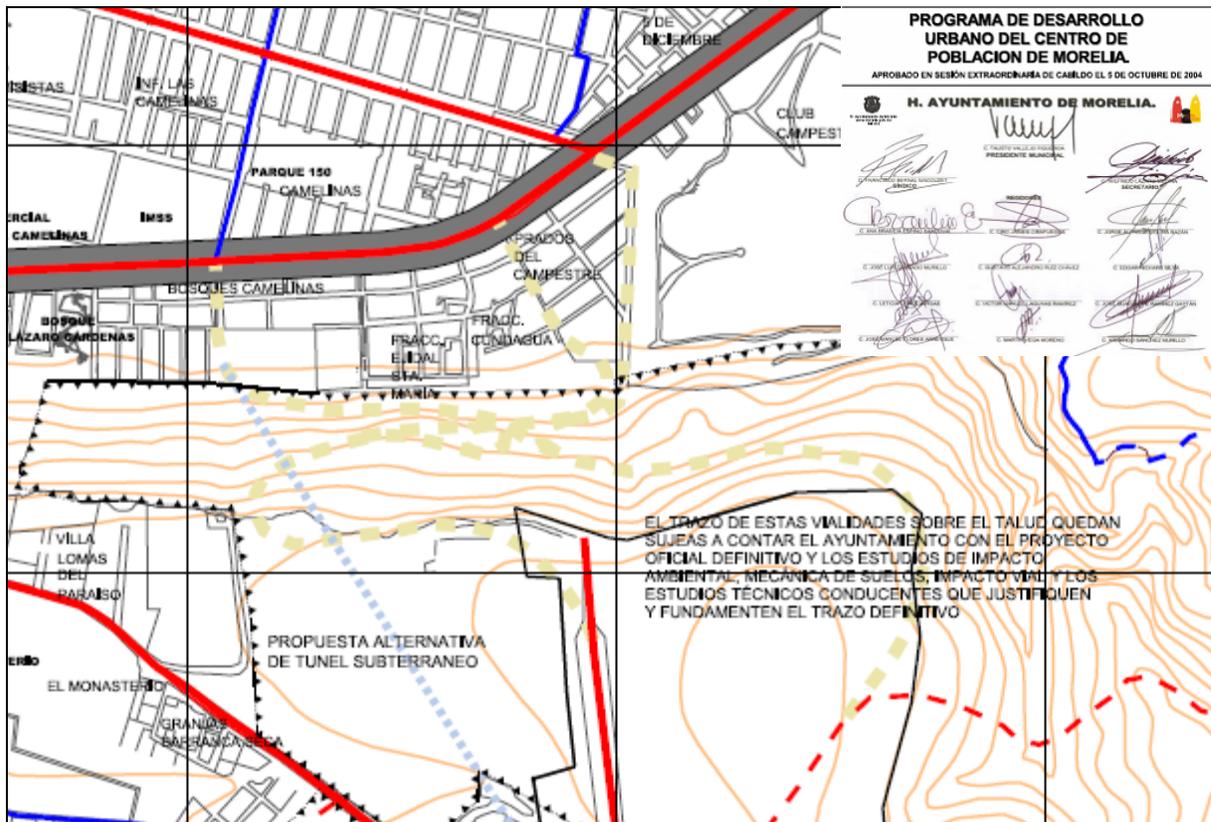
En el plano se observan las áreas delimitadas de vulnerabilidad y riesgos:

 **LÍNEA DE FALLAS Y FRACTURAS**

 **ESTRUCTURA DE INESTABILIDAD DE TALUD**

 **ZONAS INUNDABLES**

**FIGURA IV.3 PLANO E-6C ESTRUCTURA VIAL EN ÁREA URBANA DE MORELIA**



FUENTE: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia Plano E-6C Estructura Vial en Área Urbana

Es preciso indicar que el proyecto requiere atravesar la loma de Santa María para poder dar servicio a la población de la zona Oriente de la ciudad que requiere acceder a Santa María y Jesús del Monte ya que los accesos que se planean hacia el Poniente de la ciudad solo darán servicio a este sector de la población, por lo que el presente proyecto forma parte de Plan integral de Vialidad de la zona sur de Morelia.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Para el desarrollo de esta sección se analizarán de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el sitio de estudio.

### IV.2.1 Aspectos Abióticos

#### IV.2.1.1 Clima

##### 1 Tipo de clima

De acuerdo con Enriqueta García (1988) en las modificaciones climáticas de Köppen, el clima de Morelia corresponde a los **Cb(w1)(w)(i')g**, es decir, clima Templado Subhúmedo, con verano fresco largo y con lluvias en verano, la temperatura media del mes más frío es de

-3 y 18°C, la precipitación del mes más húmedo de la mitad del año en que está el verano es mayor de diez veces a la del mes más seco, la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, y su precipitación anual mayor que la que constituye el límite de los climas secos (B) y menor que el límite de los climas C(m). El porcentaje de lluvia invernal es menor del 5% de la anual. El cociente de precipitación (P/T) está comprendido entre 43.2 y 55.0. La isothermal con poca oscilación entre los 5 y 7°C. El mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

## 2 Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos que se presentan en la región están relacionados principalmente con las heladas y granizadas, para las primeras la frecuencia es de 20 a 40 días, mientras que para las segundas son de 2 a 4 días por año.

En la tabla siguiente se muestra el promedio anual del periodo 1994 - 2004 la precipitación total, número total de días con lluvia, número de días con granizo:

**TABLA IV.2 PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL EN LA CIUDAD DE MORELIA**

CONCEPTO	PROMEDIO ANUAL PERIODO DE 1994 - 2004										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Precipitación total (mm)	716.3	845.8	542.7	777.4	871.2	670.1	567.8	945.3	953.4	1007.7	751.2
Número de días con lluvia	112	139	108	139	114	99	111	118	128	123	91
Días con heladas	1	1	6	8	5	13	0	2	7	3	4
Número de días con granizo	1	4	5	9	1	2	3	4	7	8	2

Fuente: Comisión Nacional del Agua Datos Observatorio Meteorológico de Morelia

La precipitación es un factor importante ya que al conocer sus fluctuaciones podemos inferir si existirán problemas en las etapas de construcción y operación de la obra además de que es importante para el desarrollo de la vegetación circundante.

En cuanto al régimen de lluvias, como se menciona en la fórmula climática, estas se presentan en una época del año bien definida que es durante la estación de verano, como promedio de precipitación anual, en un periodo de observación comprendido entre 1994 y 2004, es de 722.6 mm, siendo del periodo el año del 2000 el más seco con un promedio de 567.8 mm en el mes de febrero la más baja con 11.5 mm y la del año 2003 el más lluvioso con 1,007.7 mm en el mes de julio con 263.4 mm.

## 3 Temperatura

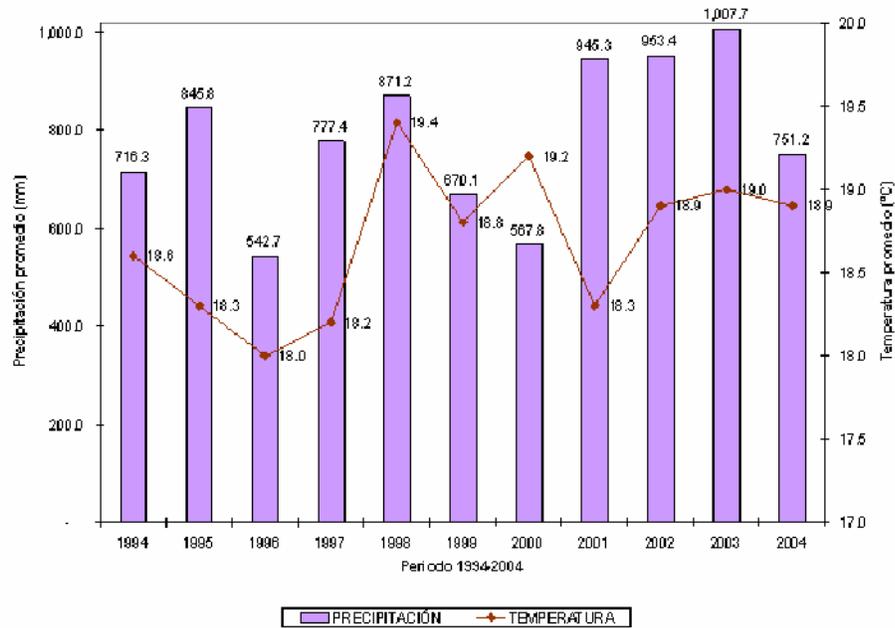
En la tabla siguiente se puede observar el promedio de las temperaturas máxima, media y mínima mensual donde la más alta ocurre en el año 1998 con 19.4°C y en el mes de mayo con un valor de 24.2°C y la más baja en el año 1997 con 18.2°C y en el mes de enero con 5.6°C. Siendo la temperatura media promedio del periodo de 18.6°C.

**TABLA IV.3 TEMPERATURAS PROMEDIO EN LA CIUDAD DE MORELIA.**

Concepto	Promedio anual periodo de 1994 - 2004										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Temperatura máxima	27.8	27.5	27.9	27.5	28.3	28.1	28.3	26.9	27.2	27.6	27.3
Temperatura media	18.6	18.3	18.0	18.2	19.4	18.8	19.2	18.3	18.9	19.0	18.9
Temperatura mínima	11.3	11.2	10.3	11.1	11.5	9.6	11.0	10.9	10.6	10.9	11.0

Fuente: Comisión Nacional del Agua Datos Observatorio Meteorológico de Morelia

**FIGURA IV.4 CLIMOGRAMA DE LA ESTACIÓN CLIMATOLOGICA DE MORELIA CENTRO**



#### 4 Humedad relativa

El grado de Humedad relativa alcanza hasta un 71% para los meses de julio, agosto y septiembre.

**TABLA IV. 4 HUMEDAD RELATIVA, PROMEDIO ANUAL (%)**

HUMEDAD	PROMEDIO ANUAL PERIODO DE 1994 - 2004
---------	---------------------------------------

RELATIVA (%)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Media	54	54	52	55	51	48	48	56	58	59	59
Máxima	99	99	98	99	100	99	99	99	99	99	99
Mínima	9	6	5	5	1	3	1	5	9	9	10

Fuente: COMISION NACIONAL DEL AGUA; datos observatorio meteorológico de Morelia, Mich.

## 5 Intemperismos

**TABLA IV.5 INTEMPERISMOS REPORTADOS PERIODO 1994-2004  
NUMERO DE DÍAS**

PROMEDIO ANUAL	GRANIZO	HELADA	TORMENTAS ELÉCTRICAS	NIEBLA
1994	1	0	35	81
1995	4	1	62	134
1996	5	6	36	101
1997	9	8	56	100
1998	1	6	16	120
1999	2	13	35	136
2000	3	0	30	88
2001	4	2	34	88
2002	7	7	13	27
2003	0	3	8	43
2004	2	4	17	42

Fuente: COMISION NACIONAL DEL AGUA; datos observatorio meteorológico de Morelia, Mich.

## 6 Evaporación

**TABLA IV. 6 EVAPORACIÓN REPORTADA PERIODO 1994-2004**

Concepto	Promedio anual periodo de 1994 - 2004										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Evaporación total en mm	1,951	1,783	1,926	1,656	1,507	1,654	1,650	1,609	1,570	1,560	1,950
Evaporación máxima / día	10.94	11.32	12.35	9.17	9.89	8.89	9.73	9.05	11.70	12.65	10.94

Evaporación mínima / día	1.0	0.30	0.37	0.07	0.09	0.37	0.86	0.32	0.29	1.00	1.00
--------------------------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: COMISION NACIONAL DEL AGUA; datos observatorio meteorológico de Morelia, Mich.

## 7 Vientos dominantes

De acuerdo a los datos registrados de la velocidad del viento en un periodo observado entre 1994–2004 de acuerdo a Datos Comisión Nacional del Agua del Observatorio meteorológico de Morelia, Mich. El viento dominante en Morelia es de sur – suroeste, en orden de importancia le siguen los vientos provenientes del norte – noreste y los del suroeste. Los vientos soplan con mayor intensidad en los meses de julio a agosto y noviembre a diciembre.

**TABLA IV.7 VELOCIDAD PROMEDIO ANUAL Y DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS DOMINANTES EN MORELIA**

PROMEDIO ANUAL	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Velocidad (m/s)	1.6	1.8	1.7	1.5	1.5	1.5	1.4	1.9	2.2	2.1	2.0
Dirección	SSW	SSW	SSW	S	NE	S	S	SSW	SSW	N	SSW

Fuente: COMISION NACIONAL DEL AGUA; datos observatorio meteorológico de Morelia, Mich.

### IV.2.1.2 Geología y geomorfología

La ciudad de Morelia se localiza en la intersección de dos provincias geológicas, al sur el vulcanismo miocénico que formó la Sierra de Mil Cumbres y que forma parte de la Sierra Madre del Sur, al norte se encuentran volcanes monogenéticos y conos de lavas pertenecientes al campo volcánico Michoacán-Guanajuato, que forma parte del Cinturón volcánico Mexicano. Estos últimos cubren las secuencias lacustres del Mioceno-Plioceno emplazados en cuencas pertenecientes a un segmento del sistema de fallas Morelia-Acambay.

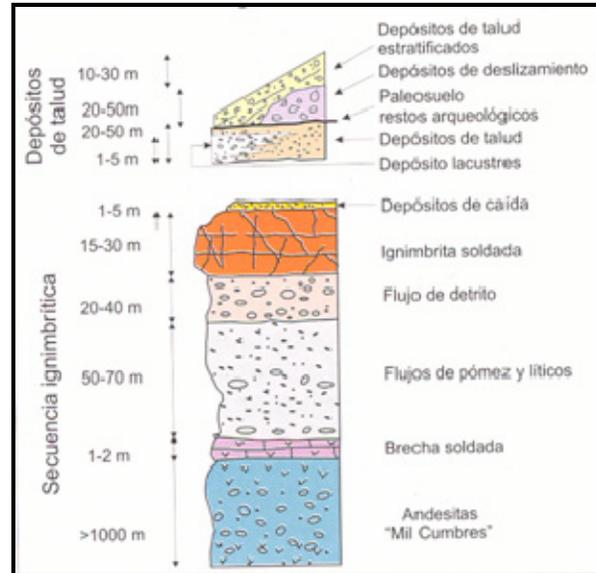
Esta es una región de reciente e intensa actividad volcánica relacionada a numerosas estructuras activas con desarrollo e importancia regional, el caso más espectacular es la falla Acambay-Morelia; su origen geológico se relaciona con el Altiplano Mexicano, levantándose desde el Cretácico Superior y durante el Cenozoico Medio y Superior Volcánico (Oligoceno-Mioceno). La mayor intensidad volcánica fue durante el Mioceno y Plioceno, pero se manifiesta aún en el Holoceno. Los Basaltos (B) conforman la mayoría de los aparatos volcánicos, otras rocas ígneas son las andesitas y riolitas, acompañados de sus tobas y brechas.

La estratigrafía de la región de Morelia se interpreta como evidencia de una gran explosión lateral. Su edad no se conoce, pero se podría ubicar dentro del Mioceno ya que subyace a los sedimentos lacustres del Mioceno Superior – Plioceno.

En la figura siguiente se puede observar la secuencia estratigráfica de Morelia

El basalto presenta colores pardo, negro o gris oscuro; generalmente posee estructura vesicular, textura afanítica o porfídica, y se le llegan a observar cristales de plagioclasas y olivino.

## FIGURA IV.5 SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA DE MORELIA



Fuente: Contribuciones a la Geología e Impacto Ambiental de la Región de Morelia (Victor H. Garduño 2004)

Esta unidad forma parte de los eventos lávicos básicos del Cuaternario y se encuentra dispuesto en mesas y colados que han originado malpaís. Ocasionalmente se encuentra mezclado con brechas volcánicas de la misma composición.

Dado que forma parte de los últimos eventos volcánicos que han sucedido en esta área sobreyace a todas las unidades anteriores al Cuaternario y sus afloramientos se encuentran distribuidos ampliamente.

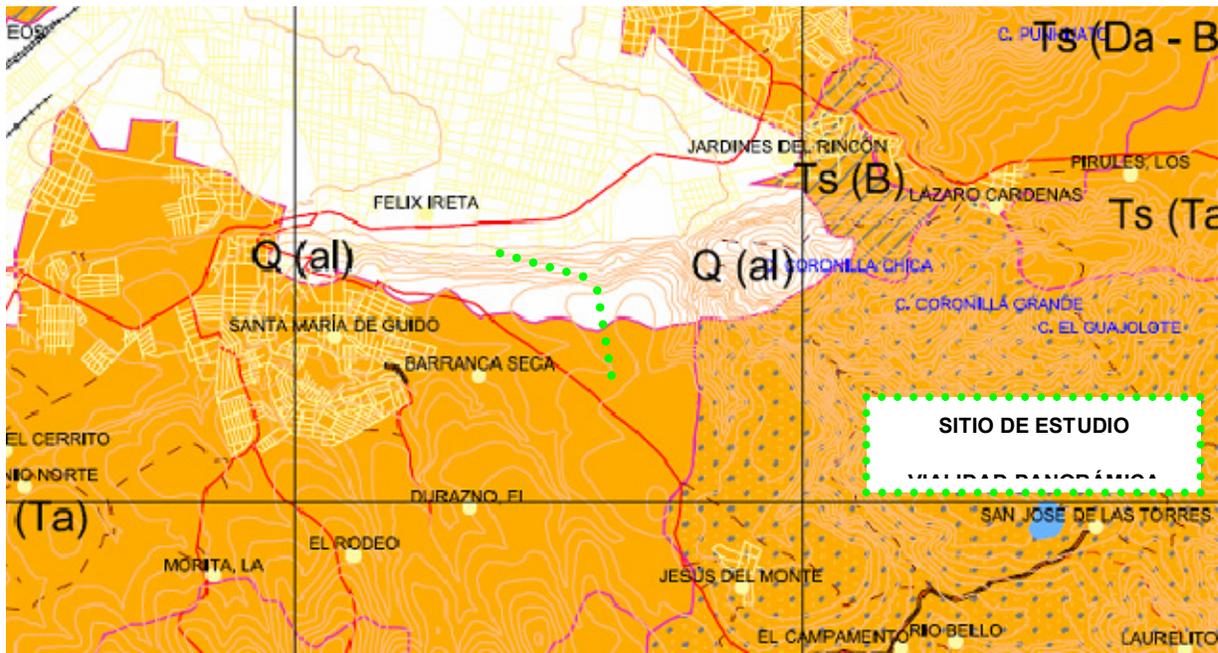
Las Andesitas del Mioceno esta unidad es un paquete de lavas andesíticas de color verde intensamente alteradas y fracturadas que a menudo alternan con horizontes piroclásticos o con derrames de composición magmática. La secuencia abarca un rango de edades de 20 a 8 millones de años, correspondiente al Mioceno. Estas rocas afloran en la cañada del Río Chiquito, en el sector sureste de la Ciudad de Morelia. En el subsuelo de la ciudad se han identificado claramente en los pozos perforados en la zona de Ocolusen.

La loma de Santa María se encuentra orientada de NE a SW con longitud de 10 km y anchura de 2 km en promedio, la cual es producto de una falla con desnivel topográfico de 200 m.

En la cañada que da origen al Río Chiquito, se observa la estratigrafía siguiente: una primera capa cubierta por tobas riolíticas, a las que subyacen ignimbritas y éstas a su vez cubren una tercera capa de conglomerados y derrames lávicos intermedios o básicos debido a la tectónica local, se presentó una falla que origina actualmente derrumbes del terreno, los cuales pueden continuar en el caso de seguir la deforestación del sitio y también por el hecho de ubicar construcciones (Fraccionamientos "El Campestre", "La Paloma" y "Las

Camelinas”), cuyo asentamiento por el peso originan agrietamientos que se detectan en los numerosos y pequeños arroyos que aportan azolves a las partes más bajas.

#### FIGURA IV.6 LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO EN EL PLANO GEOLOGICO



Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia, de fecha Oct-2004

En el escarpe de La Paloma se pueden observar diferentes tipos de materiales involucrados en la inestabilidad en la base se presenta un depósito de talud con espesor variable de 20 a 50 m; intercalado con este material se tienen depósitos arcillosos con espesores de 1 a 5 m. Sobreyaciendo se encuentran de 20 a 50 m de depósitos de flujos piroclásticos asociados a un deslizamiento. Sobreyaciendo se observa un nivel de paleosuelo, depósitos de talud y colusiones sobreyaciendo a dicho paleosuelo se observaron aproximadamente de 10 a 30 m de brechas de talud estratificadas. Coronando a todas las unidades anteriores se observan depósitos de talud, suelos y antiguos materiales de deslizamiento.

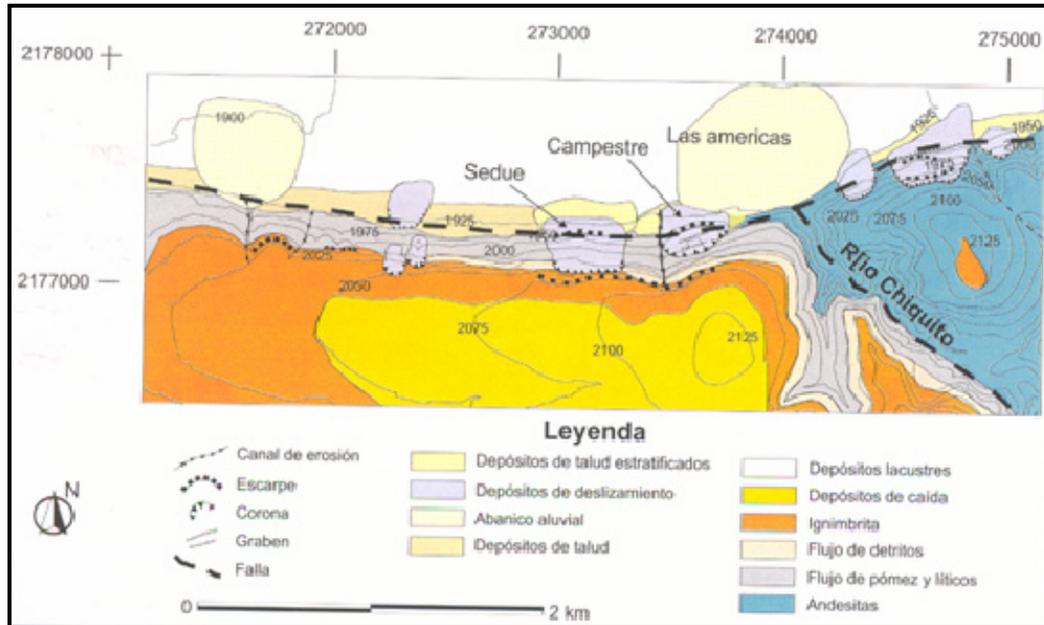
En este caso de la secuencia estratigráfica se pueden observar tres paquetes de material, el primer paquete serían las andesitas, el segundo paquete son las ignimbritas y el tercer paquete son los depósitos de talud.

El escarpe de la falla de La Paloma constituye uno de los elementos geomorfológicos principales de la ciudad de Morelia, está situado en la parte sur de ésta y se extiende con una dirección este-oeste. Su altura máxima es de aproximadamente de 200 m. La parte occidental está constituida principalmente por materiales piroclásticos (cantera de Morelia), mientras la parte oriental está formada por material andesítico (andesita de Mil Cumbres).

En la figura siguiente se presenta la carta geológica del escarpe La Paloma en Morelia, Mich., donde se observa el cambio de materiales separados por la falla del Río Chiquito. Al

este el material es andesítico y al oeste se tienen las ignimbritas. Resaltan a la vez los principales cuerpos inestables y los depósitos.

**FIGURA IV.7 CARTA GEOLÓGICA DEL ESCARPE DE LA PALOMA**



Fuente: Contribuciones a la Geología e Impacto Ambiental de la Región de Morelia (Victor H. Garduño 2004)

En particular esta vialidad se ubica en zonas de tobas riolíticas instaladas cerca de rocas ígneas extrusivas ácidas y en las zonas de lomerío suave se tienen tobas alteradas arcillosas.

En la zona baja cercana al km 0+000 se tienen suelos aluviales arcillosos y en el resto del tramo se encuentran tobas con diferentes grados de alteración y en buena parte se tiene roca tipo riolítica cantera e ignimbritas de consistencia dura a muy dura, lo que debe tenerse en cuenta durante la construcción.

#### - Litología

La "Riolita Morelia" se define como una secuencia de riolitas, tobas ácidas que se extienden al norte y sur de la ciudad por más de 35 km.

Estás riolitas son de color gris a rosa claro de grano fino pero también granular tendiendo a ser piroclástica cuando se trata de tobas.

La "Riolita Morelia" conforma la parte superior de la secuencia Tafetán, subyaciendo aparentemente a la Riolita Tumbisca estas rocas han sido datadas por (Pascuaré et. al 1991) por el método de potasio/argón arrojando una edad de 17.7 millones de años.

De acuerdo a los Sondeos realizados en el Proyecto Ejecutivo de Túnel Vial para la Loma de Santa María, Morelia, incluidos en los anexos del presente estudio, la Litología que se presenta en el trazo del túnel es el siguiente:



**TABLA IV.8 LITOLOGÍA BARRENOS B1 Y B2 EN EL TRAZO DEL TÚNEL**

Barreno	De (m)	A (m)	Tramo (m)	Litología
<b>B1</b>	0.0	1.50	1.50	Suelo
	1.50	41.10	39.60	Toba riolítica, parcialmente silicificada.
	41.10	44.15	3.05	Toba fuertemente argilizada, grano fino.
	44.15	96.00	51.85	Conglomerado polimíctico, fragmentos silicificados de roca volcánica, matriz arcillosa.
<b>B2</b>	0.0	35.80	35.80	Toba riolítica parcialmente silicificada.
	35.80	36.95	1.15	Toba fuertemente argilizada, grano fino.
	36.95	55.00	18.05	Conglomerado polimíctico, fragmentos silicificados de roca volcánica, matriz arcillosa.

Del análisis efectuado por el proyecto ejecutivo se observa que la roca es de regular calidad casi en el límite de ésta.

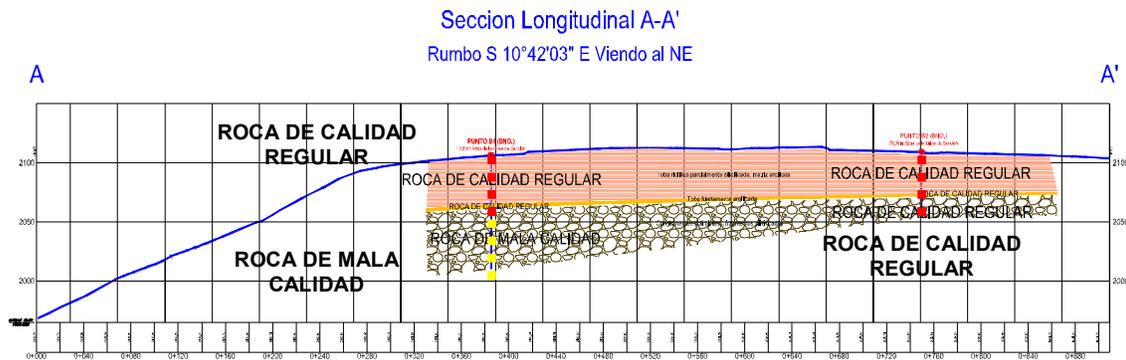
Existen tres sistemas de fracturamiento muy bien definidos en los dos barrenos, uno a lo largo del núcleo y que será perpendicular a la obra. El otro sistema varía de 55° a 75° también se intersectará con la obra y el último sistema de fracturamiento es horizontal a la obra.

La roca en su totalidad y en los dos barrenos se presenta húmeda lo que nos indica que existe aporte de agua superficial.

Existen fragmentos de roca volcánica silicificada conformando el conglomerado, lo que hará que la resistencia de esta roca se incremente cuando se presenten estos fragmentos de roca.

En ambos sondeos se presentaron valores de roca de calidad regular.

**FIGURA IV.8 SECCIÓN LONGITUDINAL MOSTRANDO LA CALIDAD DE LA ROCA SEGÚN LOS SONDEOS**



#### - Fallas

Es importante señalar la ubicación de fallas geológicas, ya que debido a la conformación volcánica de la zona, existe una gran cantidad de fallas y fracturamientos geológicos.

En el sitio de estudio se encuentra la falla denominada La Paloma en dirección este-oeste del cerro de Santa María, lo que puede indicar que pueden existir otras fallas no visibles.

La Falla Acambay-Morelia (falla sísmicamente activa) se ubica al sur de la ciudad se caracteriza por una fuerte inestabilidad observada en las diferentes coronas y en los diferentes tipos de materiales que ocupan la falda del cerro de Santa María.

La Falla de Santa María, abarca el tramo comprendido desde Buenavista, pasando por el fraccionamiento Lomas de la Huerta, Fraccionamiento Vista Hermosa, Col. Vista Bella y el entronque a la salida a Patzcuaro hasta la Colonia Hermanos López Rayón.

Las fallas deben detectarse perfectamente; conocer su posición respecto al túnel y dónde están los bloques desplazados para planear el sentido de ataque y la forma de estabilizar las paredes.

#### - Fracturas

Identificar la presencia de fallas y fracturas es de suma importancia, dado que sus movimientos son indicadores de peligro al desarrollo urbano y un descubrimiento tardío de estos puede obligar a un rediseño de la estructura, a cambiar su localización o al abandono total del lugar propuesto, pudiendo poner en riesgo la seguridad del proyecto.

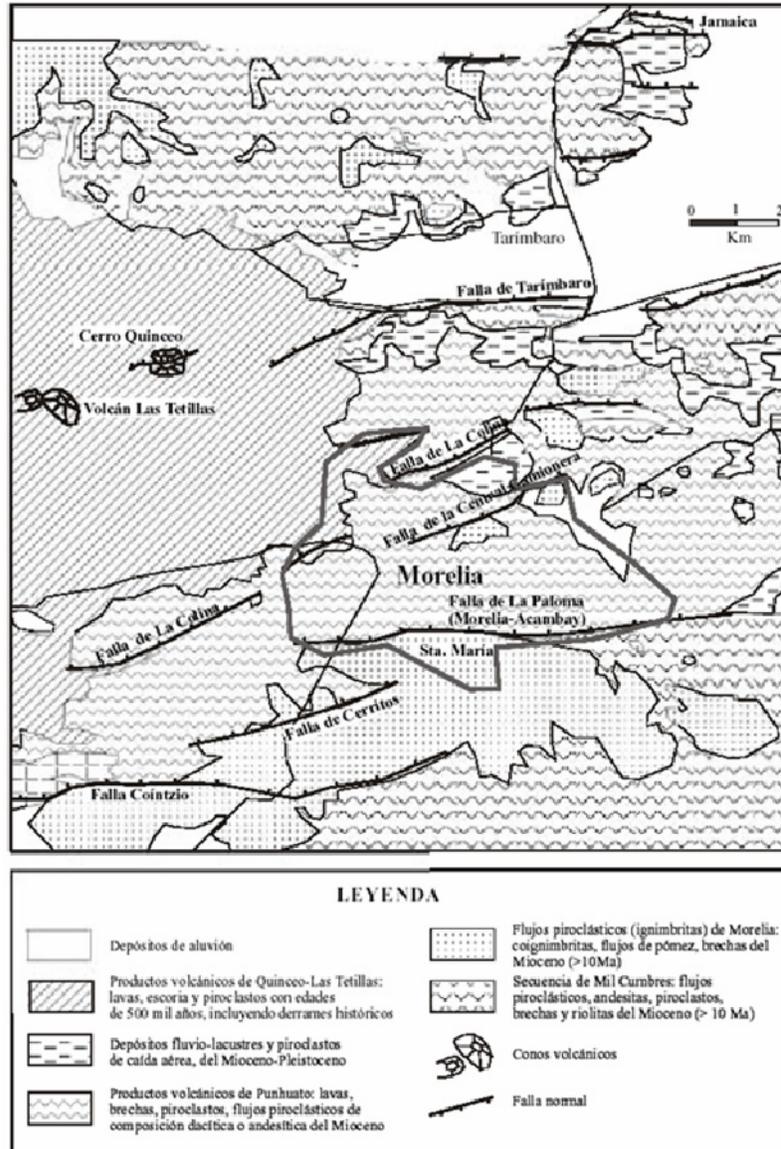
La zona del cerro de Santa María, y zona circundante se caracterizan por su alto índice de fracturamiento geológico.

En la figura siguiente se puede observar que a lo largo del sitio de estudio se encuentra compuesto primeramente en su parte norte por flujos piroclásticos (ignimbritas de Morelia) coignimbritas, flujos de pomez y brechas del Mioceno >10Ma, en la parte sur del sitio se encuentran productos volcánicos del Punhuato, lavas brechas, piroclastos, flujos piroclásticos de composición dacítica o andesítica del Mioceno y en la parte este secuencia de Mil Cumbres flujos piroclásticos, andesitas piroclastos, brechas y riolitas del Mioceno. Hay que destacar que una gran parte de Morelia se localiza en zona de antiguos lagos, ahora cubiertos por depósitos de aluvión.

Dentro de las fallas regionales se encuentra la Falla de la Paloma (Morelia-Acambay) la cual es paralela a la dirección de la vialidad que va de este a oeste.

De acuerdo al proyecto ejecutivo y a los sondeos de barrenación se detectaron 3 sistemas principales de estructuras (falla-fracturas), el primero de ellos es un sistema con inclinación próxima a 90°, en donde se observa material de relleno lo que nos indica que en temporada de lluvias hay presencia de flujo de agua a lo largo de éstas. El segundo sistema es de 55° a 70° de inclinación y el último sistema tiene una inclinación próxima a la horizontal.

**FIGURA IV.9 MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE MORELIA**



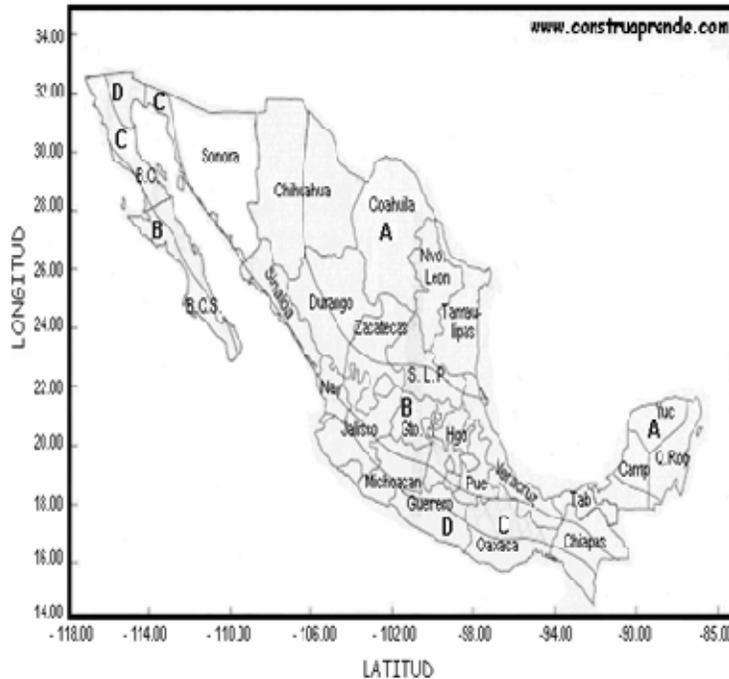
Fuente: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. Volumen 18 Num 1, 2001

- Sismicidad

De acuerdo a la regionalización sísmica de la República Mexicana contenida en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Nacional Federal de Electricidad, el país se divide en cuatro zonas sísmicas designadas con las letras de A a D en orden creciente de riesgo sísmico, el cual depende básicamente de la distancia a la zona de mayor generación de sismos de gran magnitud que es la que se encuentra en la costa del Pacífico. De lo anterior en el estado de

Michoacán se presentan tres zonas de riesgo sísmico la B, C y D, de las cuales la ciudad de Morelia pertenece a la zona C de la regionalización sísmica, por lo que se encuentra en una zona intermedia en cuanto a riesgo sísmico.

**FIGURA IV.10 REGIONALIZACIÓN SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA**



Las amenazas están relacionadas con la posibilidad de que se desencadene un fenómeno o suceso que pueda afectar a la obra en el sitio y durante un tiempo determinado. El grado de amenaza está vinculado tanto con la intensidad del evento como con el lapso de tiempo en que se espera pueda ocurrir o manifestarse el fenómeno que caracteriza la amenaza.

El estado de Michoacán se encuentra en una región Sísmica de Subducción de la costa del Pacífico se localiza en una franja de 250 km de ancho y más de 1,500 de largo que va desde Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Se observa que en esta región se han producido los sismos más violentos que afectan a la ciudad de México y a todo el país con magnitudes mayores de 7° Richter.

En promedio en México ocurren 5 sismos de magnitud mayor a 5 o igual a 6.5 cada 4 años.

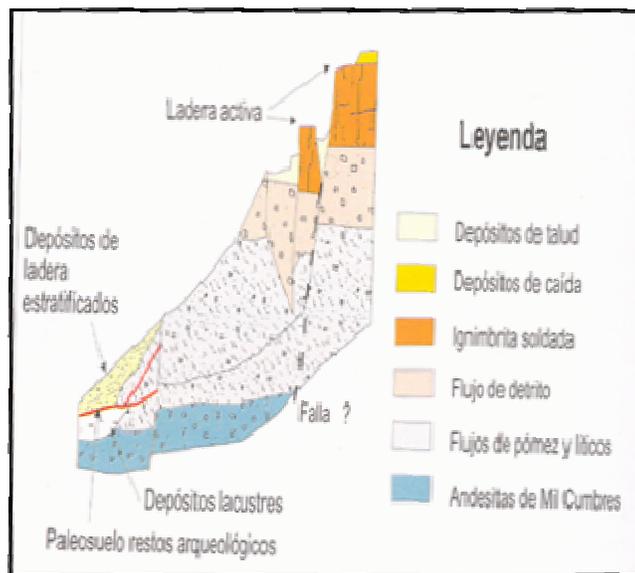
– Deslizamientos

La topología de los movimientos presentes es variada y está ligada a las características litológicas de los materiales, también las dimensiones de los fenómenos resultan extremadamente variables. Fenómenos de deslizamiento rototraslacional han sido reconocidos en diferentes puntos del escarpe, tanto en las andesitas como al interior de la secuencia piroclástica, como ejemplo la caída de bloques y volcamiento afectaron a los

materiales piróclástico consolidados que se observan a lo largo de todo el escarpe. Los volcamientos están asociados a la presencia de varios bloques con volúmenes comprendidos entre 1 y 15 m<sup>3</sup>, que se han detenido a la mitad del talud y que son susceptibles de nuevos movimientos, considerando la ausencia de obstáculos morfológicos en su trayectoria descendente, tales bloques pueden llegar al centro habitado localizado en la parte inferior de la Loma.

El deslizamiento de SUMA, constituye el movimiento de mayor dimensión, que tiene aproximadamente 500 m de largo, 400 m de ancho y 40 m de espesor, no se puede excluir que el fenómeno esté en realidad compuesto por dos grandes deslizamientos contiguos que con el tiempo se unieron en un único gran movimiento.

**FIGURA IV.11 SECCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE SUMA**



Fuente: Contribuciones a la Geología e Impacto Ambiental de la Región de Morelia (Victor H. Garduño 2004)

En la pared superior se pueden observar la formación de trincheras que tienen la misma dirección del escarpe, además en este material es donde se localizan la caída y volcamiento de bloques.

- Derrumbes

En la ciudad de Morelia, gran parte del desarrollo urbano se ha realizado en zonas vulnerables a los peligros geohidrológicos.

A lo largo de la loma existen edificaciones en distintos puntos, incluyéndose aquéllos en donde los riesgos de un derrumbe son muy altos. Por la naturaleza geológica de la zona, las rocas poco consolidadas están asentadas sobre ignimbritas, lo cual crea las condiciones para que, ya sea suelo o el estrato rocoso, puedan tener un corrimiento.

Todo indica que la entrada a la zona de los Filtros viejos, por la parte del fraccionamiento El Campestre, hasta los terrenos a espaldas del Bosque Lázaro Cárdenas, son susceptibles de estos derrumbes, debido a la deforestación realizada y a la construcción de edificaciones.

El área urbana que se está desarrollando al sur de la ciudad de Morelia, donde se han identificado diferentes cuerpos inestables, como el de SUMA, El Campestre o los pequeños cuerpos de la zona de Ocolusen. En ellos se han caracterizado diferentes tipos de inestabilidad del terreno, como son, caída y volcamiento de bloques, coladas de lodo y detrito, y deslizamientos en masa, estos últimos ligados, principalmente a eventos sísmicos.

A lo largo de la ladera del cerro de Santa María existen pendientes muy pronunciadas, que se deberán contemplar en el momento de la construcción de la vialidad.

Se puede observar que a lo largo de la ladera en las áreas edificadas actuales y las obras civiles han invadido ampliamente zonas caracterizadas de una fuerte peligrosidad hidráulica, así como de laderas inestables.

Probablemente el factor más importante de todos los que puedan provocar un derrumbe o un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones del contenido de humedad del suelo, esto puede ser por la interferencia de las condiciones de drenaje o producida por lluvias excesivas.

- Inundaciones

No se presentan en el sitio de estudio por presentarse el trazo del proyecto en una ladera con pendientes entre 15% y 20%, en algunas partes mayores aproximadamente de 40% y 50%. El cerro alcanza una altitud aproximada de 1,945 a 2,150 msnm.

En la temporada de lluvias se presentan corrientes intermitentes por diferentes senderos de la ladera estas avenidas son temporales y en el proyecto estas serán encausadas a las obras hidráulicas como alcantarillas con disipadores de energía (cajas rompedoras de velocidad del agua), rejillas sobre la superficie de rodamiento, pozos de absorción y colectores de aguas excedentes para no provocar almacenamientos en las zonas bajas.

- Movimientos de tierra o roca

Entre los tipos de movimiento de la superficie del terreno natural se encuentran:

- a) Inestabilidad de ladera
- b) Hundimiento local
- c) Agrietamiento del terreno, originado por desplazamientos diferenciales.

El crecimiento demográfico hacia el cerro de Santa María las construcciones y la tala provocan el movimiento de tierras, además de los intemperismos y las corrientes intermitentes.

Otro fenómeno que pudiera provocar el movimiento de tierra o roca es sin duda el que las construcciones han alcanzado la base del escarpe de la falla La Paloma, la cual es una falla de tipo normal con desniveles de más de 200m y esta caracterizada por una fuerte inestabilidad observada en las diferentes coronas y en los diferentes tipos de materiales que ocupan la falda.

- Posible actividad volcánica

La provincia fisiográfica a la cual pertenece la región estudiada es a la provincia del eje Neovolcánico la cual puede ser considerada desde el punto de vista estructural como un complejo volcánico reciente extravasado a través de una zona de debilidad cortical debido a un fracturamiento de tipo transcurrente antiguo, o como resultado del magmatismo profundo provocado por la subducción de la placa de Cocos bajo la corteza continental, en el borde del Pacífico. La mayor parte de su extensión está clasificada fisiográficamente como escudos volcanes aislados en conjunto.

Actualmente, en la zona correspondiente al proyecto no se percibe actividad volcánica, a pesar de la actividad volcánica que se tiene a lo largo del Eje Volcánico como son los Volcanes Popocatepetl, Colima, entre otros, mismos que no afectan el desarrollo del proyecto debido a la lejanía de los mismos. Cercanos al sitio del proyecto se pueden encontrar los aparatos volcánicos conocidos como cerro del Quinceo y volcán las Tetillas.

Michoacán se encuentra conformado por dos sierras principales, las cuales delimitan las principales Regiones Fisiográficas, la primera el Eje Volcánico Transversal, el cual cruza el Estado con dirección Oeste-Este; la segunda, es la Sierra Madre del Sur, misma que corre a lo largo de la región costera, entre ambas, destaca la Depresión del Balsas como un fenómeno geológico de característica únicas.

El municipio de Morelia, se encuentran ubicado dentro de la Región y Provincia Fisiográfica correspondiente al Eje Volcánico Transversal y a la Subprovincia Mil Cumbres. Las principales elevaciones que se encuentran en la zona esta el cerro de El Águila con 2,600 msnm, la loma de El Remolino con 2,400 msnm, ambos ubicados al Suroeste, el cerro Pelón, ubicado al Noroeste presentando una altitud de 2,300 msnm, en tanto al Noroeste se localizan los cerros Prieto, Las Tetillas y Quinceo, con una altura máxima de 2,787 msnm, hacia el Suroeste y posterior a la presa de Cointzio se encuentra el cerro El Rincón con 2,400 metros de altitud, seguido hacia el Sur de los cerros La Trampa con 2,480 msnm., con dirección Sureste se encuentra el cerro Las Animas con 2,540 msnm, el cerro Las Torrecillas con una elevación superior a los 2,400 msnm, cerro Verde con 2,600, cerro de en medio 2,400 y cerro La Peña 2,460 msnm Todas las elevaciones anteriormente señaladas, identifican las áreas de infiltración y escurrimientos superficiales que alimentan los manantiales localizados en las zonas bajas de esta cuenca y cuya dirección se pronuncia hacia el vaso de Cuitzeo, haciendo por lo tanto una topografía pronunciada hasta llegar a los valles.

La planicie de Morelia se extiende hacia el SW, S, SE, y E de la ciudad, esta situada en una loma larga de W a E y que se liga al cerro de Punhuato y se prolonga hacia el NE, cerca de Quiro.

La parte alta de la cuenca del Río Chiquito de Morelia, queda en terreno quebrado y montañoso. El Cerro Azul y los acantilados de la zona San Pedro y de la Torrecilla, son los cerros más notables de la parte sur.

En cuanto al sitio de estudio el cerro de Santa María presenta características muy especiales, tiene pendientes entre 15% y 20%, en algunas partes mayores aproximadamente de 40% y 50%. Alcanza una altitud aproximada de 1,945 a 2,150 msnm.

### IV.2.1.3 Suelos

Desde el punto de vista edafológico se encuentran suelos juveniles, debido en primer término, al tipo y edad de los materiales geológicos y en segundo término al clima y a las pendientes pronunciadas.

#### 1 Descripción de las propiedades físicas y químicas del suelo

La mayor parte de la ciudad se encuentra sobre suelos expansivos profundos como los Vertisoles que se extienden al norte y occidente. Hacia el sureste de la ciudad se encuentran suelos colapsables profundos como los Andosoles. Hacia el sur se encuentran suelos que tienden a erosionarse con facilidad como los Luvisoles. Hacia el Oriente se encuentran suelos profundos, a veces están limitados por rocas como los Feozem que al igual que los Vertisoles son de gran valor agrícola.

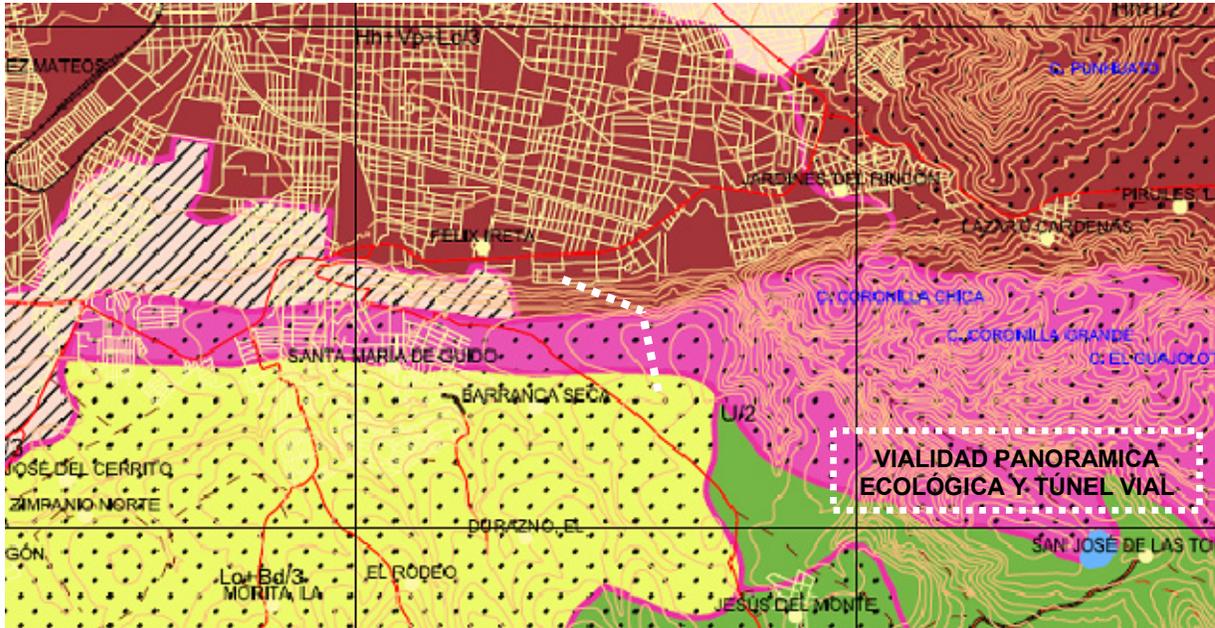
Los tipos de suelos presentes en el cerro de Santa María y en sus cercanías del proyecto de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO, se menciona a continuación:

**TABLA IV.9 COMPOSICIÓN DE LOS SUELOS DEL SITIO DE ESTUDIO**

UBICACIÓN	FORMULA	OBSERVACIONES
En la falda del cerro de Santa María.	U/2	Ranker como suelo primario de textura media en los 30 cm superficiales del suelo, de fase física lítica.
En la parte Norte del Cerro de Santa María hacia la ciudad en la zona baja del cerro.	Lc+Lv/3	Luvisol crómico como suelo primario y Luvisol vertico como suelo secundario de textura fina en los 30 cm superficiales del suelo.
En la parte sur del cerro en la loma de Santa María en Loma Larga	Lo+Bd/3	Luvisol ortico es el suelo primario y Cambisol districo como suelo secundario de textura fina en los 30 cm superficiales del suelo de fase física lítica.
Hacia el sureste en Jesús del Monte.	Ao+To+Lc/3	Acrisol ortico como suelo primario y Andosol ocrítico junto con Luvisol Cromico como suelos secundarios de textura fina.

Fuente: Carta edafológica 1:50,000 INEGI Morelia E14A23

## FIGURA IV.12 PLANO EDAFOLOGICO DEL SITIO DE ESTUDIO



Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia

Descripción de la composición de los suelos encontrados:

La fase física lítica (somera y lítica profunda). Es una capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces.

Las fases físicas indican la presencia de fragmentos de roca o materiales cementados que limitan el uso de la maquinaria agrícola y la penetración de las raíces en el suelo.

Si se trata de fragmentos (piedras, gravas) se puede remediar este problema, cuando se pretende desarrollar agricultura mecanizada; pero si son materiales cementados, duros y coherentes, se debe considerar la posibilidad de establecer un tipo de vegetación que no se vea afectado por esta limitante, o de protegerla, si ya la hay. Por ejemplo, si tenemos un suelo con una fase física lítica, que se refiere a la presencia de roca a menos de 50 cm de la superficie, para ser usado en agricultura se requiere de una inversión muy alta y es más conveniente destinarlo a actividades más afines a su vocación, ya sea pecuaria o forestal, pues su poca profundidad lo hace susceptible a la erosión, mientras que un buen manejo de pastos para ganadería lo protegería de ésta y lo haría productivo.

Descripción general de las unidades de suelo presentes en el sitio de estudio en la Loma de Santa María:

Los suelos Luvisol: son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en ocasiones se pueden encontrar en climas algo más secos. Se caracterizan por tener a semejanza de los Acrisoles, un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, pero son

más fértiles y menos ácidos que éstos. Son frecuentemente rojos o claros, aunque también presentan tonos pardos o grises, que no llegan a ser muy oscuros.

El uso forestal de este suelo es muy importante y sus rendimientos sobresalientes. Son suelos de alta susceptibilidad a la erosión y es importante indicar que en México muchos Luvisoles se hallan erosionados debido al uso agrícola y pecuario que se ha hecho en ellos sin tomar las precauciones necesarias para evitar este fenómeno.

Luvisol crómico (del griego kromos: color). Presentan colores rojos o amarillentos en el subsuelo. Son de fertilidad moderada. Su símbolo es (Lc).

Luvisol vertico (del latín verto: voltear). Presentan cuando están secos, grietas en el subsuelo. Son de fertilidad moderada o alta. Su símbolo es (Lv).

Luvisol órtico: (del griego orthos: recto, derecho) Su fertilidad es moderada.

Los Ranker: son suelos de climas templados húmedos o semifríos húmedos. Su vegetación natural es de bosque. Se caracterizan por tener una capa superficial oscura y rica en humus, pero ácida e infértil. Debajo de ella se presenta la roca, de colores claros generalmente, que nunca es roca caliza o caliche.

Su principal uso en México, donde son poco abundantes es el forestal. Su susceptibilidad a la erosión es alta cuando sufren desmonte, debido a que se encuentran generalmente en las laderas.

Los Cambisol (del latín cambiare: cambiar, literalmente suelo que cambia) Los Cambisoles alcanzan su mejor desarrollo en sitios planos estables o de pendiente suave, son ricos en materia orgánica, estos suelos por ser jóvenes y poco desarrollados, se presentan en cualquier clima, menos en las zonas áridas. Puede tener cualquier tipo de vegetación, ya que ésta se encuentra condicionada por el clima y no por el tipo de suelo. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo de roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, hierro y manganeso pero sin que esta acumulación sea muy abundante. También pertenecen a esta unidad, algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate siempre y cuando no se encuentren en zonas áridas, ya que entonces pertenecerían a otra unidad como Xerosol o Yermosol. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Cambisol districo: (del griego dys: malo, enfermo) Se caracterizan por ser suelos muy ácidos y pobres en nutrientes. Respecto a vegetación, usos y rendimientos.

Los Andosol son suelos que se encuentran en aquellas áreas donde a habido actividad volcánica reciente, puesto que se originan a partir de cenizas volcánicas. En condiciones naturales tienen vegetación de pino, abeto, encino etc. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro y por ser de textura esponjosa o muy sueltos.

Los suelos Acrisol se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas y por ser generalmente ácidos son moderadamente susceptibles a la erosión.

#### **IV.2.1.4 Hidrológica superficial y subterránea**

##### **- Hidrología superficial**

La ciudad de Morelia se encuentra en la Región Hidrológica Número 12 Lerma-Santiago, la cual es una de las más importantes del país, pertenece a la Cuenca Cerrada del Lago de Cuitzeo (RH12G) y Subcuenca del Río Grande de Morelia (RH12Ga).

Atraviesan la ciudad de Morelia los ríos Grande de Morelia y Chiquito, el río Grande nace al Sureste de Acuitzio y llega hasta la laguna de Cuitzeo, de cuya cuenca forma parte. Su principal afluente es el río Chiquito y su punto de confluencia se sitúa al Oeste de la ciudad.

El río Chiquito es un sistema de drenaje superficial, que se origina en los montes de la Lobera y la Lechuguilla, donde se localiza una pequeña presa y aproximadamente a 5 km se unen los arroyos de la cuadrilla y Agua Escondida, por el margen derecho se une al arroyo el Salitre, que baja del cerro Azul, más adelante se encuentra la confluencia del arroyo Peral, se une con el arroyo del río Bello, que baja del cerro Azul, todos estos arroyos tienen aguas permanentes debido a los manantiales que en ellos nacen. Después viene la unión de los pequeños arroyos de Agua Zarca y de las majaditas para llegar a la confluencia del arroyo de Carindapaz y de ahí continua hacia los filtros viejos, de donde partía la tubería, que conducía el agua a Morelia.

En particular en la ladera del cerro de Santa María cerca del sitio de estudio en donde se encontrara el distribuidor vial del túnel con la vialidad en el km 0+980 al 1+050, existe una cañada que colinda con el proyecto con un arroyo intermitente el cual aporta agua al Río Chiquito de Morelia en temporada de lluvias.

En tanto a los cuerpos de agua ubicados dentro del municipio de Morelia, por su capacidad de almacenamiento destaca la Presa de Cointzio, la cual se encuentra a 11 km de la ciudad, con una capacidad de 72.5 hm<sup>3</sup>, construida sobre la cuenca del río Grande de Morelia, siendo una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable de la ciudad, aunque también es utilizada para el riego del valle Morelia-Queréndaro.

Así mismo, la Presa de la Mintzita, abastecida por el manantial del mismo nombre, es también, en la actualidad una fuente de agua potable para la población, así como para las actividades económicas del municipio.

A 25 km de la ciudad se encuentra el lago de Cuitzeo, el cual recibe el caudal del río Grande de Morelia y por lo tanto presenta graves problemas de contaminación.

##### **- Hidrología subterránea**

La ciudad de Morelia se encuentra sobre un acuífero cuyo nivel presentó un descenso de 30 m en 12 años, con un valor de abatimiento promedio de 2.5 m/año, pudiendo indicar que este acuífero está sobreexplotado, situación que se puede haber agudizado hacia estas fechas debido a la perforación de nuevos pozos.

A partir de estudios geohidrológicos realizados para la zona, se sabe de la existencia de un acuífero más profundo, con una profundidad al techo del acuífero del orden de 300 m, el cual a la fecha no ha sido explorado y no se conoce su potencialidad.

También procedentes de los acuíferos de la zona, se encuentran una serie de manantiales localizados en toda una franja con dirección sur a norte, al Poniente de la ciudad de Morelia, señalan claramente el aporte importante que realizan los escurrimientos perennes e intermitentes de la cuenca, dada entre otros por la presencia de las elevaciones de los cerros El Aguila y El Quinceo, principalmente, esto por su capacidad de infiltración, especialmente este último, donde destaca una zona de malpaís. Aunado a ello, las corrientes subterráneas con dirección sur-norte, son también una fuente que alimenta a estos manantiales.

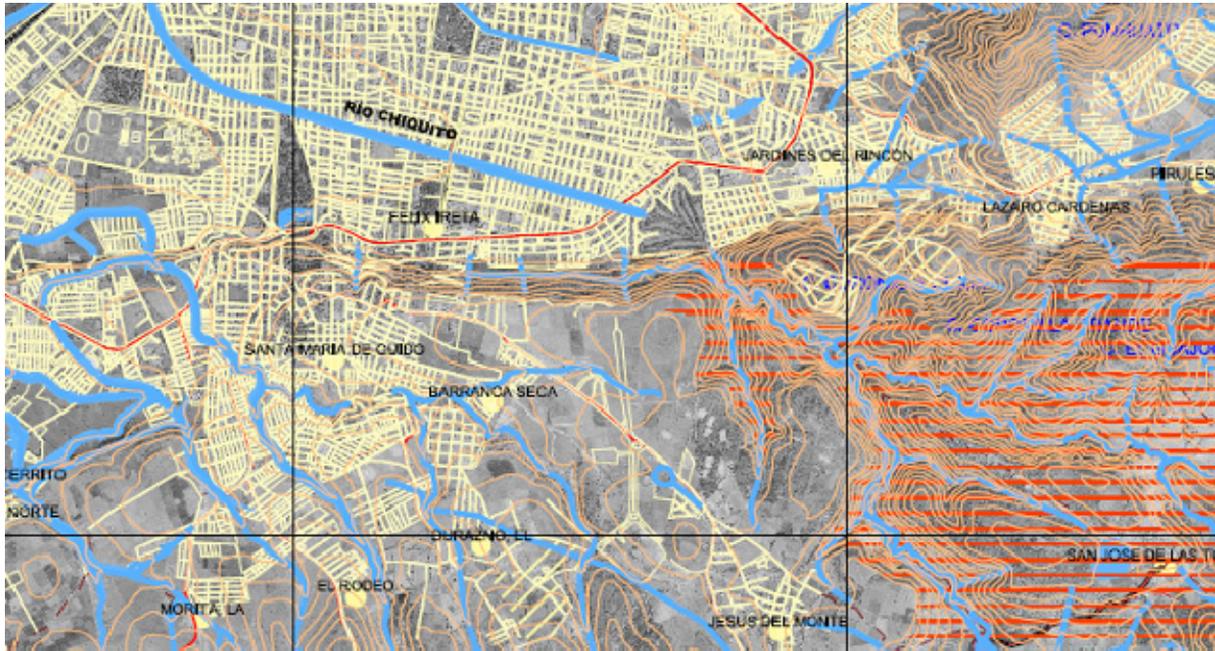
El manantial más importante es el de La Mintzita, el cual se encuentra al suroeste de la ciudad, muy cercano al manantial de La Mintzita se encuentra otro manantial llamado La Alberquita en el poblado El Cerrito Itzicuaró.

Al sureste de la ciudad se encuentran los manantiales de San Miguel del Monte y los manantiales del Salto.

Existen además varios afloramientos menores como La Quemada que se ubica a orillas de la Av. Madero, el 4 de marzo también dentro de la mancha urbana; los manantiales de Quinceo en la población del mismo nombre, y otro más pequeño cercano a la localidad de Torreón Nuevo.

La ciudad cuenta con 46 aprovechamientos de agua subterránea mediante pozos, adicionalmente, los manantiales de La Mintzita, San Miguel, El Salto y La Quemada para el abastecimiento a la población de Morelia, más el aprovechamiento parcial de las aguas captadas por la presa Cointzio. Estas fuentes de abastecimiento ofrecen un gasto potencial superior a los 2,000 l/s, de los cuales actualmente se explotan casi el 100%.

**FIGURA IV.13 PLANO HIDROGRAFIA DEL SITIO DE ESTUDIO**



Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia



## IV.2.2 Aspectos bióticos

### IV.2.2.1 Vegetación terrestre

El tipo de vegetación que corresponde al sitio donde se ubicara la vialidad panorámica y el túnel en el cerro de Santa María es donde probablemente en el cerro existió Bosque de Pino-Encino en la parte superior de la ladera, actualmente en la loma es la más perturbada, en la parte intermedia del cerro se encuentra la vegetación de bosque de encino con muy pocos elementos de pino, la cual se encuentra en estado de conservación relativa y en la parte baja se encuentra la transición con el matorral subtropical. El Bosque de Galería se observa en las cañadas, en donde se encuentran algunas especies representativas.

Actualmente la vegetación secundaria se incluye a las comunidades naturales que se han establecido como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, realizada directa o indirectamente por el hombre o por sus animales domésticos. Esta puede ser de distribución muy restringida o bien sin composición florística bien definida.

En el área de estudio esta vegetación ha sido provocada por el pastoreo, tala y agricultura.

Las especies que se comportan como ruderal y arvenses son: *Amaranthus hybridus*, *Argemone ochroleuca*, *Bidens aurea*, *Bidens odorata*, *Cosmos bipinnatus*, *Cosmos sulphureus*, *Dyssodia tagetiflora*, *Helianthus agnus*, *Leonotis nepetifolia*, *Lepidium virginicum*.

Es importante mencionar que en el cerro de Santa María se han realizado plantaciones de Eucalipto y Cassuarina encontrándose asociado con el *Cupressus lindley* o cedro blanco.

En el área de estudio existió y aún existe representadas las siguientes especies: *Acacia farnesiana*, *Acacia pennatula*, *Aralia pubescens*, *Arbutus xalapensis*, *Baccharis heterophylla*, *Casimiora edulis*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia spp.*, *Prosopis spp.*, *Prunas serotina ssp.*, *Quercus castanea*, *Quercus Crassifolia*, *Quercus Obtusata* y *Trixis michoacana*. Esta información se basa a partir del año 1936, En la parte baja del cerro de Santa María se dedicó anteriormente a la ganadería, pastoreo y agricultura de riego y temporal.

En la región montañosa del sur del Municipio de Morelia, la vegetación corresponde a Bosque de Pinus-Quercus destacándose las siguientes especies:

**TABLA IV.10 VEGETACIÓN QUE CORRESPONDE A BOSQUE DE PINO-ENCINO**

ESPECIES	
<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>Quercus deserticola</i>
<i>Pinus montezumae</i>	<i>Quercus magnoliifolia</i>
<i>Pinus leiophylla</i>	<i>Quercus candicans</i>
<i>Pinus michoacana</i>	<i>Quercus crassipes</i>
<i>Pinus maximinoi</i>	<i>Quercus rugosa</i>
<i>Quercus castanea</i>	<i>Quercus resinosa</i>
<i>Quercus scytophylla</i>	<i>Quercus laurina</i>
<i>Quercus obtusata</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>
<i>Quercus crassifolia</i>	<i>Arbutus glandulosa</i>

En cuanto a las gramíneas, los géneros más representativos son: *Bouteloa*, *Stipa*, *Asistida*, *Setaria*, *Andropogon*, *Hilaria*, *Chloris* y *Muhlenbergia*.

- Diversidad

**TABLA IV.11 LISTADO FLORISTICO DEL CERRO DE SANTA MARÍA**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
ACANTHACEAE	<i>Dyschoriste microphilla</i>		
	<i>Ruellia lactea</i>		
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite	
	<i>Gomphrena decumbens</i>	Cabezona, Tianguis	
	<i>Iresine grandis</i>	Pata de paloma	
	<i>Iresine celosia</i>		
AMARYLLIDACEAE	<i>Bomareae hirtella</i>		
	<i>Sprekelia formosissima</i>		
	<i>Manfreda brachystachya</i>		
ANACARDIACEAE	<i>Rhus radicans</i>		
	<i>Schinus molle</i>	Pirul	
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex tolucana</i>		
ARALIACEAE	<i>Aralia pubescens</i>		
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepia linaria</i>		
	<i>Asclepia mexicana</i>		
ASTERACEAE	<i>Archibaccharis serratifolia</i>		
	<i>Ageratum corymbosum</i>		
	<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate	
	<i>Baccharis heterophylla</i>	Hierba del carbonero	
	<i>Bidens aurea</i>	Té milpa	
	<i>Bidens ostruthuoides</i>		
	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	
	<i>Carminata tenuifolia</i>		
	<i>Conyza fillaginooides</i>	Simonillo	
	<i>Conyza sopherifolia</i>		

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
	<i>Cosmos bipinatus</i>	Mirasol	
	<i>Cosmos sulphureus</i>	Ximula	
	<i>Dalia coccinea</i>	Dalia del campo	
	<i>Dysodia tagetiflora</i>		
	<i>Erigeron longipes</i>	chalchúan	
	<i>Eupatorium pulchellum</i>		
	<i>Eupatorium pycnocephalum</i>		
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Estrellita	
	<i>Gnaphalium attenuatum</i>	Gordolobo	
	<i>Gnaphalium brachticum</i>	Gordolobo	
	<i>Helenium mexicanum</i>	Cabezona	
	<i>Helianthus annus</i>	Girasol	
	<i>Lagasecea heteropappus</i>		
	<i>Melampodium sericeum</i>		
	<i>Montanoa grandiflora</i>	Vara blanca	
	<i>Montanoa tomentosa</i>	Zopastle	
	<i>Perezia rigida</i>		
	<i>Pinaropappus roseus</i>	Motita	
	<i>Pigueria trinervia</i>		
	<i>Senecio mexicanus</i>		
	<i>Senecio salignus</i>	Jara amarilla	
	<i>Senecio sessilifolius</i>		
	<i>Simsia amplexicalus</i>		
	<i>Sonchus oleraceus</i>		
	<i>Simsia amplexicaulis</i>		
	<i>Sonchus oleraceus</i>		
	<i>Stevia organoides</i>		
	<i>Stevia ovata</i>		

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
	<i>Stevia serrata</i>	Tsararakua tsiktiki	
	<i>Stevia viscida</i>		
	<i>Schkuhria pinnata</i>		
	<i>Tagetes lucida</i>	Santa María	
	<i>Tapetes lunulata</i>	Cincollagas	
	<i>Tapetes micrantha</i>	Anís de campo	
	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	
	<i>Tithonia tubiformis</i>		
	<i>Trixis mechuacana</i>	Arnica	
	<i>Vernonia alamanii</i>		
	<i>Siguiera buddleiformis</i>		
	<i>Verbesina parviflora</i>		
	<i>Verbesina tetraptera</i>		
BEGONIACEAE	<i>Begonia gracilis</i>		
BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i>	Tronadora	
	<i>Ehretia latifolia</i>		
BRASSICACEAE	<i>Brassica campestris</i>	Vaina	
	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia recurvata</i>		
	<i>Tillandsia usneoides</i>	Heno	
BURSERACEAE	<i>Bursera fagaroides</i>	Copal	
CACTACEAE	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal blanco	
CAMPANULACEAE	<i>Lobelia fenestralis</i>	Cola de zorra	
	<i>Lobelia laxiflora</i>	Aretillo	
CASUARINACEAE	<i>Casuarina equisetifolia</i>		
CISTACEAE	<i>Commelina coelestis</i>	Cenicilla	
	<i>Commelina erecta</i>		
	<i>Tradescantia crassifolia</i>	Hierba del pollo	
CONVOLACEAE	<i>Ipomea purpurea</i>	Manto de la virgen	

	<i>Cuscuta mitraeformis</i>		
--	-----------------------------	--	--

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium ambrosoides</i>	Epazote	
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	
CYPERACEAE	<i>Cyperus entrerianus</i>		
	<i>Cyperus hermafroditas</i>	Tulillo	
	<i>Cyperus seslerioides</i>	Tulillo	
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea composita</i>		
ERICACEAE	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	
	<i>Arctostaphylos discolor</i>		
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia hysopifolia</i>	Hierba de la golondrina	
FABACEAE	<i>Acacia angustissima</i>		
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	
	<i>Acacia penatula</i>	Tepame	
	<i>Amicia zygomerys</i>		
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Pelo de angel	
	<i>Cicer arietinum</i>	Garbanzo	
	<i>Crotalaria pumila</i>	Cascabel	
	<i>Dalea leporina</i>	Limoncillo	
	<i>Desmodium aparines</i>		
	<i>Desmodium neomexicanum</i>		
	<i>Eritrina leptorhiza</i>		
	<i>Eritrina coralloides</i>	Colorín	Amenazada
	<i>Eysehadtia polistachya</i>	Palo dulce	
	<i>Marina nutanus</i>		
	<i>Medicago polymorpha</i>		
	<i>Melilotus indicus</i>		
	<i>Mimosa albida</i>		
	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de gato	

	<i>Phaseolus anisotrichos</i>		
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
FAGACEAE	<i>Quercus castanea</i>	Encino blanco	
	<i>Quercus crassifolia</i>		
	<i>Quercus deserticola</i>		
	<i>Quercus gentryi</i>		
	<i>Quercus laeta</i>		
	<i>Quercus magnolifolia</i>		
	<i>Quercus obtusata</i>	Encino roble	
GENTIANACEAE	<i>Genciana spathaceae</i>		
	<i>Genciana ovatiloba</i>		
LAMIACEAE	<i>Agastache mexicana</i>	Toronjil	
	<i>Asterohyptis stelluata</i>		
	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Molinillo	
	<i>Marrubium vulgare</i>		
	<i>Salvia lavanduloides</i>	Marrubio	
	<i>Salvia longisthyla</i>	Cantueso	
	<i>Salvia mexicana</i>	Charakukua	
	<i>Salvia purpurea</i>	Chía del campo	
	<i>Salvia reptans</i>		
LILIACEAE	<i>Allium glandulosum</i>		
	<i>Echeandtia flexuosa</i>		
	<i>Milla biflora</i>	Estrella de campo	
LYTHRACEAE	<i>Cuphea aequipetala</i>	Hierba del cancer	
	<i>Lythrum album</i>		
	<i>Lythrum gracile</i>		
LOASACEAE	<i>Mentzelia hispida</i>		
LOGANIACEAE	<i>Budleia sessiliflora</i>	Tepozán	
	<i>Spigelia scabrella</i>		
LORANTHACEAE	<i>Psittacanthus</i>	Injerto matapalo	

	<i>calyculatus</i>		
MALPHIGIACEAE	<i>Gaudichaudia mucronata</i>	Hierba zorro	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
MALVACEAE	<i>Anoda cristata</i>	Malva huiraniillo	
	<i>Hisbicus spiralis</i>		
	<i>Kearnemalvastrum lacteum</i>		
	<i>Sida rhombifolia</i>	Guinare	
MEACEAE	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus canmaldulensis</i>	Eucalipto	
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto gigante	
	<i>Eucalyptus robusta</i>	Eucalipto	
NYCTAGINACEAE	<i>Mirabilis jalapa</i>		
ONAGRACEAE	<i>Gaura coccinea</i>	Linda tarde	
	<i>Lopezia racemosa</i>	Aretito	
	<i>Oenothera rosea</i>	Hierba del golpe	
ORCHIDACEAE	<i>Bletia gracilis</i>		
	<i>Bletia camapanulata</i>		
	<i>Bletia reflexa</i>		
	<i>Liparis vexillifera</i>		
OXALIDACEAE	<i>Oxalis tetraphyla</i>		
PAPAVERACEAE	<i>Argemone ochroleuca</i>	Chicalote	
PARMELIACEAE	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	Liquen	
	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Liquen	
	<i>Pseudevernia intensa</i>	Liquen	
	<i>Xhantoparmelia hypopsila</i>	Flor de piedra	
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora exsudans</i>		
PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolaca octandra</i>	Conguera mazorquilla	
PINACEAE	<i>Pinus montezumae</i>		
	<i>Pinus cembroides</i>		

	<i>Pinus ayacahuite</i>		
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago liearis</i>		
POACEAE	<i>Asistida gentiles</i>		

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
	<i>Bouteloa radicata</i>		
	<i>Echinochloa cruz-galli</i>		
	<i>Elousine indica</i>		
	<i>Eragrostis intermedia</i>		
	<i>Eragrostis mexicana</i>	Gramas	
	<i>Hilaria cenchroides</i>		
	<i>Lasiacis nigra</i>		
	<i>Muhlenbergia macrostis</i>		
	<i>Muhlenbergia rigida</i>		
	<i>Panicum halli</i>		
	<i>Paspalum lividum</i>		
	<i>Paspalum plicatulum</i>		
	<i>Setaria lutescens</i>		
	<i>Sorghastrum mutans</i>		
	<i>Sorghum halepense</i>		
	<i>Sporobolus indicus</i>		
	<i>Zea mays</i>		
POLEMONIACEAE	<i>Loeselia glandulosa</i>		
	<i>Loeselia mexicana</i>		
POLYGALACEAE	<i>Polygala paniculada</i>		
POLYGONIACEAE	<i>Rumex crispus</i>		
	<i>Polygonum hydropiperoides</i>		
POLYPODIACEAE	<i>Adiantum andicola</i>		
	<i>Bommeria pedata</i>		
	<i>Cheilantes bonariensis</i>		
	<i>Cheilantes kaulfussi</i>		

	<i>Driopteris patula</i>		
	<i>Phlebodium aranaseum</i>		
	<i>Pleopeltis angusta</i>		
PRIMULACEAE	<i>Anagallis arvensis</i>		

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
RHAMNACEAE	<i>Condalia velutina</i>		
RANUNCULACEAE	<i>Clematis dioica</i>		
	<i>Thalictrum pubigerum</i>	Barba de viejo	
ROSACEAE	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	
	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	
	<i>Prunus persica</i>	Durazno	
	<i>Rubís liebmanni</i>	Zarzamora	
RUBIACEAE	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	
	<i>Galium mexicanum</i>	Pegaropa	
	<i>Galium seatonii</i>		
	<i>Mitracarpus hirtus</i>		
RUTACEAE	<i>Casimiroa edulis</i>		
SALICACEAE	<i>Salix bonplandiana</i>	Alamo	
SAPINDACEAE	<i>Serjania triquetra</i>		
SCROPHULARIACEAE	<i>Castilleja arevnsis</i>		
	<i>Castilleja canescens</i>	Garañona	
	<i>Castilleja gracilis</i>	Cola de borrego	
	<i>Castilleja tenuiflora</i>		
SELAGINELACEAE	<i>Selaginella pallezens</i>	Doradilla	
SOLANACEAE	<i>Cestrum lanatum</i>		
	<i>Datura stramonium</i>	Toloache	
	<i>Nicandra physaloides</i>	Tomate de culebra	
	<i>Nicotina glauca</i>	Tabaquillo	
	<i>Solanum hispidum</i>		
	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	
TAXODIACEAE	<i>Taxodium mucronatum</i>	Sabino	

THEACEAE	<i>Ternstroemia pringlei</i>	Trompillo	
TILIACEAE	<i>Triumfetta semitriloba</i>		
ULMACEAE	<i>Celtis pallida</i>		
UMBELLIFERAE	<i>Arracacia atropurpurea</i>		

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
	<i>Eryngium carlinae</i>	Hierva del sapo	
	<i>Eryngium pectinatum</i>	Sierrilla	
JUNGLADACEAE	<i>Junglans Regia</i>	Nogal	
VALERIANACEAE	<i>Valeriana robertianifolia</i>		
VERBENACEAE	<i>Priva mexicana</i>		
VIOLACEAE	<i>Viola ciliata</i>		
VITACEAE	<i>Vitis bourgaeana</i>		

Fuente: Herbario de la UMSNH y Flora fanerogamica del valle de México Jerzy Rzedowski

#### - Estratificación

En el cerro de Santa María se presenta la siguiente estratificación en la parte superior en loma se observa pastizal inducido y vegetación ruderal y arvense que acompaña a las actividades antropogénicas, en la parte alta de la ladera del cerro existe vegetación de bosque de Encino en el área de estudio este bosque se encuentra localizado de los 1,980 a los 2,020 msnm y en las partes bajas de la ladera el matorral subtropical que es una vegetación predominantemente arbustiva, que se origina cuando se destruye el bosque tropical caducifolio y/o el bosque de encino, esta vegetación se representa como una comunidad secundaria.

#### - Asociaciones

Las principales asociaciones que se dan en el cerro de santa María son las siguientes Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino-Matorral subtropical y Bosque de Encino-Bosque de Galería.

#### - Especies dominantes

Las familias con mayor número de especies son: ASTERACEAE, FABACEAE, POACEAE, POLYPODIACEAE y LAMIACEAE.

#### - Especies de interés comercial

No existe actualmente comercio con las especies que se presentan en el Cerro de Santa María.

- Endémicas y/o en peligro de extinción

No se encuentran en el sitio de estudio especies sujetas a protección o en peligro de extinción de acuerdo al conteo directo de la vegetación arbórea realizado en el área correspondiente al trazo de la vialidad. Se incluye inventario forestal en los anexos.

A continuación se muestran las especies reportadas en la región de Morelia.

**TABLA IV.12 ESPECIES DE LA REGIÓN DE MORELIA EN ALGÚN ESTATUS DE CONSERVACIÓN**

Tipo de vegetación	Especie	Estatus de conservación
Bosque De Pino-Encino	<i>Pinnus martinezii</i>	Protección especial
Bosque Mesófilo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada
	<i>Magnolia schiediana</i>	Amenazada
	<i>Ostrya virginiana</i>	Protección especial
	<i>Tilia mexicana</i>	Peligro de extinción
	<i>Zinowiewia concinna</i>	Peligro de extinción
Matorral Subtropical	<i>Albizia plurijua</i>	Amenazada
	<i>Cedrela dugessi</i>	Protección especial
	<i>Diospyros xolocotzi</i>	Protección especial
	<i>Eritrina coralloides</i>	Amenazada
Selva subcaducifolia	<i>Bumelia cartilaginea</i>	Peligro de extinción
	<i>Dalbergia granadillo</i>	Peligro de extinción
Bosque de Galería	<i>Hacer negundo var. mexicanum</i>	Protección especial

NOM-059-SEMARNAT-2001

- Especies de valor cultural para etnias o grupos locales

No existen especies de valor cultural para etnias o grupos locales que se presenten en el Cerro de Santa María.

- Especies introducidas o que se pretenda introducir

No se pretende la introducción de especies exóticas en el sitio aunque en el área existen algunas especies introducidas siendo las más abundantes *Eucalyptus camaldulensis*,

*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus robusta*, *Cassuarina equisetifolia* las cuales se han distribuido aceleradamente, invadiendo la parte alta donde se distribuye el Bosque de encino e impidiendo el crecimiento de la vegetación que se encuentra a su alrededor como en el caso del eucalipto.

Sin embargo dentro de las medidas de compensación de la deforestación se pretende incorporar un seto de cedros 5,200 árboles a lo largo de la vialidad para lograr la estabilización y consistencia del suelo y subsuelo.

Y dentro del plan de reforestación se planea la plantación de 1,000 *Pinus Pseudostrobus* y 600 *Quercus Obtusata*.

- Describir el tipo de muestreo aplicado para su caracterización

Para realizar el listado florístico se hizo una consulta bibliográfica en el herbario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y consulta de tesis de licenciatura con estudios en la zona de Santa María.

El inventario de especies arbóreas a derrumbar se realizó en campo por medio de conteo directo e individual 100% de la población a lo largo del trazo realizado por el Agrónomo forestal Ing. Mario Mendoza, quien realizó el Estudio Técnico Justificativo.

- Vegetación acuática

En el sitio de estudio no se presenta vegetación acuática, aunque en la zona cercana al Río chiquito se puede encontrar la asociación más común como es el tular con *Tula dominguensis*, como especie dominante y algunos géneros como *Nimphae*, *Juncos*, *Nymphoides*, *Tipha*, *Sagitaria*, *Cyperus*, *Ranunculus* *Echinochloa* y *Bidens* Comunidades distribuidas en pequeños cuerpos de agua.

#### **IV.2.2.2 Fauna**

- Diversidad de especies

El crecimiento de la mancha urbana, la deforestación, los incendios, intemperismos y las actividades urbanas tanto en el área rural en la parte de la loma, como de la ciudad cercana a las laderas del Cerro de Santa María han sido la causa de la destrucción de su hábitat natural de diversas especies, situación que ha mermado las poblaciones silvestres de flora y fauna.

La alta perturbación que presenta el cerro de Santa María en la loma como en sus laderas más bajas, de que el sitio se encuentra en una zona de franco desarrollo urbano es de esperarse que las especies nativas se hayan desplazado con anterioridad hacia los sitios menos perturbados, como son las partes más alejadas de la mancha urbana y a las zonas de las cañadas donde se dificulta el acceso al humano.

En lo que respecta a la fauna característica de la zona, se encontraron especies reportadas para la región incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Es preciso mencionar que se hace el señalamiento de su presencia sin que necesariamente se encuentren en el área del proyecto ya que debido a la cercanía con la ciudad, la perturbación y a la gran distribución, movimiento y radio de acción de dichas especies.

A continuación se muestra el listado de fauna y las especies reportadas para el municipio de Morelia del Catalogo de Biodiversidad del Estado de Michoacán SEDUE 2000.

**TABLA IV. 13 LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA REPORTADAS PARA EL MUNICIPIO DE MORELIA.**

**Anfibios**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
HYLIDAE	<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de cañada	
MICROHYLIDAE	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana ovejera	
PELOBATIDAE	<i>Spea multiplicata</i>	Sapito de espuelas	

**Reptiles**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
COLUBRIDAE	<i>Phituophis deppei</i>	Alicante	Amenazada
	<i>Rhadinae hesperia</i>	Culebra rayada	Amenazada
	<i>Masticophis taeniatus girardi</i>	Culebra látigo rayada	
KINOSTERNIDAE	<i>Kinosternon integrum</i>	Casquito	Protección especial
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus dugesi</i>	Ticuini	
	<i>Sceloporus torcuatus</i>	Rápido barrado de meseta	
VIPERIDAE	<i>Crotalus polystictus</i>	Cascabel acuática	Protección especial

**Aves**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo jamaiesencis</i>	Aguililla cola roja	Protección especial
COLUMBIDAE	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	
CORVIDAE	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara pecho gris	
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	
DENDROCOLAPTIDA E	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero rojizo	
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa	
	<i>Carduelos pinus</i>	Jilguero pinero	
	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	
	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	

**TABLA IV. 14 LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA REPORTADAS PARA EL MUNICIPIO DE MORELIA (Continuación)**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	
	<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	
	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	
	<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe negro amarillo	
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	
	<i>Guiraca caerulea</i>	Pico gordo azul	
	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	
	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	
	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	
	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	
	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	
	<i>Melospiza lincolnii</i>	Gorrión de lincoln	
	<i>Miniotlita varia</i>	Chipe trepador	
	<i>Molothrus aenus</i>	Tordo ojo rojo	
	<i>Myloborus miniatus</i>	Chipe de montaña	Rara
	<i>Oporomis tolmiei</i>	Chipe de tolmie	
	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	
	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	
	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero	
	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Pico gordo tigrillo	
	<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	
	<i>Piragna flava</i>	Tángara encinera	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	
	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	
	<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	
	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Cérnico americano	
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	

	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	
--	-------------------------------	---------------------	--

(Continuación)

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
MIMIDAE	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	Amenazada
	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	
MUSCICAPIDAE	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja	
	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja	
	<i>Myadestes obscurus</i>	Clarín jilguero	Protegida
	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	
	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	
	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta naranja	
	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca	
	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	
PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	
PICIDAE	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	
PTILOGONATIDAE	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	
STRIGIDAE	<i>Atiencunicularia</i>	Tecolote llanero	Protección especial
	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Amenazada
	<i>Otus kenikottii</i>	Tecolote oriental	Amenazada
TROCHILIDAE	<i>Amazilia beryllina</i>		
	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	
	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	
	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	
	<i>Selasphorus ptyercus</i>	Zumbador cola ancha	
	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo	
TROGLODYTIDAE	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	
	<i>Thyromanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	
	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín salta pared	Peligro de extinción
TYRANIDAE	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquero californiano	Peligro de extinción
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	
	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	

VIREONIDAE	<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero leonado	
	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	
	<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquero obscuro	
	<i>Myarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	
	<i>Myarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	
	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	Peligro de extinción
	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojillo	Peligro de extinción

### Mamíferos

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONDICIONES DE CONSERVACION
DASYPODIDAE	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	
DIDELPHIDAE	<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache zarigüeya	
EMBALLONURIDAE	<i>Balantictotrix plicata</i>	Murciélago	
GEOMYIDAE	<i>Pappogemys tylosinus</i>	Tuza	
HETEROMYIDAE	<i>Liomis irroratus</i>	Tucita	
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Amenazada
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	Amenazada
MOLOSSIDAE	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago	
MURIDAE	<i>Baiomis taylori</i>	Ratón de campo	Rara
	<i>Microtus mexicanus</i>	Metorito	Rara
	<i>Mus musculus</i>	Ratón de casa	
	<i>Neotoma albigula</i>	Rata de campo	Amenazada
	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata de campo	Rara
	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de campo	
	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón de campo	
	<i>Sigmodon fulviventris</i>	Rata de campo	
	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata de campo	
MUSTELIDAE	<i>Conepatus mesoleuctus</i>	Zorrillo de una banda	Rara
PHYLLOSTOMATIDAE	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	
	<i>Glossophaga mexicana</i>	Murciélago	Rara
	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago	
SCIURIDAE	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla de árbol	
SORICIDAE	<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña	
	<i>Sorex vagrans</i>	Musaraña	
ESPERTILIONODAE	<i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago	
	<i>Myotis auriculus</i>	Murciélago	
	<i>Rhogeessa alleni</i>	Murciélago	

Fuente: Catalogo de Biodiversidad del Estado de Michoacán SEDUE 2000.

La información que existe en la región es insuficiente en lo relativo a la situación y tendencias de las poblaciones de muchas especies así como en lo relativo a inventarios, monitoreos y gestiones.

– Especies dominantes

No se tiene reporte de especies dominantes.

– Abundancia relativa

No se tiene reporte de abundancia relativa.

– Zonas de reproducción

No se tiene reporte de zonas de producción.

– Corredores- rutas migratorias

No se tiene reporte de corredores y/o rutas migratorias.

– Especies migratorias

No se tiene reporte de especies migratorias.

– Especies endémicas

No se tiene reporte de especies endémicas.

– Especies en peligro de extinción

En el sitio de estudio no se afectara a especies en peligro de extinción y se hace el señalamiento de su presencia sin que necesariamente se encuentren en el área del proyecto de las cuales son 8 amenazadas, 4 protección especial, 1 protegida, 6 rara y 4 peligro de extinción.

– Especies de interés cinegético y periodo de vedas

En el sitio de estudio no se tiene reportes de especies con valor cinegético.

– Especies de interés comercial, con valor cultural para etnias o grupos locales

En el sitio de estudio no se afectara a especies de interés comercial o con valor cultural.

– Principales plagas reportadas y/o fauna nociva

En cuanto a la fauna nociva quedan incluidos los pequeños roedores y diferentes tipos de

insectos estos son más comunes en los lugares perturbados cercanos al área urbanizada y/o donde encuentran acumulaciones de residuos sólidos orgánicos.

- Especies introducidas o que pretenda introducir el proyecto

El proyecto no pretende la introducción de especies en el sitio.

- Identificar áreas sensible para las especies de interés o protegidas

No se tienen reportes de áreas sensibles para las especies de interés o protegidas.

- Fauna acuática

En el sitio de estudio no se encuentran especies de fauna acuática.

### IV.2.3 Paisaje

Los diferentes aspectos en el paisaje se identifican principalmente con el medio natural de la ladera del cerro de Santa María y que interesa como expresión espacial y visual a los habitantes de la ciudad en las relaciones entre los elementos inertes y vivos en el medio.

El paisaje se verá impactado primeramente con la eliminación de la vegetación en el ancho de vía propuesto por el proyecto y posteriormente en la etapa de construcción, debido a la presencia de personal, material y equipo de construcción.

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales: El primero, considera el paisaje total, e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplado a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos abióticos y bióticos. El segundo a considerar es el paisaje visual como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. O sea éste factor interesa como expresión espacial y visual del medio.

Para valorar la afectación del paisaje por la incorporación del proyecto, hay que considerar la visibilidad de la zona de estudio, de tal manera que la superficie que forma parte de la Loma de Santa María es posible observarla desde varios puntos de la ciudad de Morelia ya que evidentemente es una zona alta y una de las áreas verdes de la ciudad, lo que basa la calidad paisajística de la zona.

En cuanto a la calidad visual del entorno inmediato, cabe mencionar que dicha área presenta como contaminantes paisajísticos, sobre todo hacia las partes bajas, vegetación introducida, malezas, zonas deforestadas, problemas de erosión, sitios con basura, falta de mantenimiento del área y la cercanía de la mancha urbana de Morelia.

A partir de la metodología de Fines, quien utiliza una escala universal de valores absolutos (Va) para evaluar el paisaje se tiene que:

PAISAJE	VA
Espectacular	16 a 25

perbio	8 a 16
tinguido	4 a 8
adable	2 a 4
gar	1 a 2
p	0 a 1

El valor se corrige de acuerdo a la cercanía con asentamientos humanos, vías de comunicación, el tráfico de éstas, a la población potencial de observadores, accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo.

Siendo las ecuaciones:

$$Vr = KVa$$

$$K = 1.125 * [ P/d * Ac * S ]^{0.25}$$

Donde P = Función del tamaño de las poblaciones próximas (P = 9 por estar Morelia en un rango de 50000 a 1'000,000 de habitantes)

d = Función de la distancia media en Km a la población próxima (d = 1 por estar los asentamientos entre 0 -1 km de distancia)

Ac = accesibilidad a los puntos de observación (Valor 4 por ser inmediato)

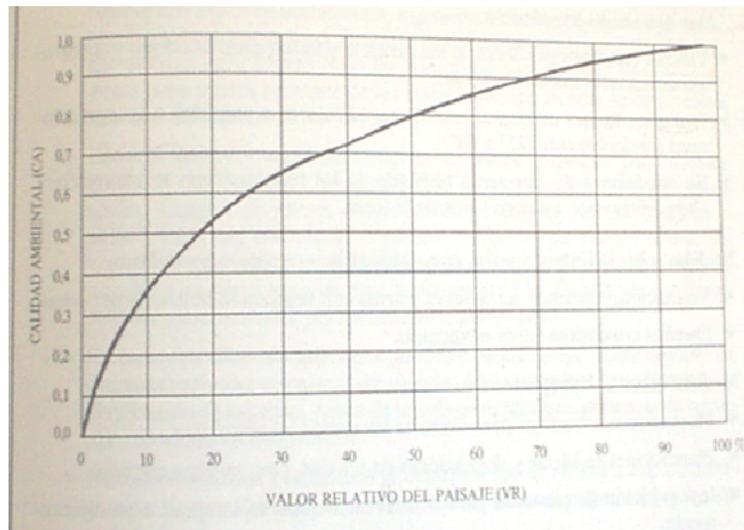
S = Superficie desde lo que es percibida la actuación (cuenca visual), en función de los puntos de observación (valor \$ por ser muy grande).

Sustituyendo en las ecuaciones anteriores, se tiene que:

$$k = 3.9$$

$$\text{por lo tanto } Vr = 15.59$$

Sustituyendo en la función de transformación se obtiene que el índice de calidad ambiental es de 0.45 por lo que el valor paisajístico actual esta por debajo de la media para considerarse como bueno, no presenta características excepcionales ni singulares.



Fuente: Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental, V. Conesa Fdez. – Vítora.

Al incorporar el proyecto los principales impactos serán principalmente por intromisión del proyecto de la estructura vial, por las obras de ingeniería, el cambio del relieve y eliminación de vegetación.

Durante la operación de la vialidad existirá un impacto negativo por Intromisión visual del proyecto, tanto de la vialidad como de los portales de entrada y salida de los túneles, máxime que el proyecto se ubica dentro de una de las principales áreas verdes de la ciudad.

## IV.2.4 Medio Social

### IV.2.4.1 Demografía

#### - Dinámica de la población

En la tabla siguiente se muestra la población histórica para la ciudad de Morelia; Mich. de acuerdo a los censos de población realizados por INEGI, para cada año reportado.

**TABLA IV.15 POBLACIÓN HISTÓRICA**

AÑO	LOCALIDAD		MUNICIPIO		ESTADO	
	POBLACIÓN	TC	POBLACIÓN	TC	POBLACIÓN	TC
1950	63,245		106,722		1,422,717	1.87
1960	104,015	5.10	153,481	3.70	1,851,876	2.67
1970	161,040	4.47	218,083	3.58	2,324,226	2.30
1980	297,544	6.33	353,055	4.94	2,868,824	2.13

1990	428,486	3.71	492,901	3.39	3,548,199	2.15
1995	512,169	3.63	578,061	3.24	3,870,604	1.75
2000	549,996	1.44	620,532	1.43	3,985,667	0.55
2005	608,049	1.05	684,145	1.02	3,966,073	-0.4

Nota: TC = Tasa Media de Crecimiento

Fuente: "Censos de Población y Vivienda, Diversos Años", INEGI

Como se puede observar, la población de la ciudad de Morelia ha crecido considerablemente del año 1980 al 2005 la población de la ciudad de Morelia se ha duplicado, presentando una tasa de crecimiento mayor a la registrada para el Estado.

La ciudad de Morelia ha experimentado un crecimiento en superficie urbana importante entre 1975 y 1990. De tener 790 hectáreas en el año de 1960 paso a 3,368 hectáreas entre 1975 y 1990 el incremento en superficie de 1960 a 1975 es de 71%, de 1975 a 1990 es de 197%. En el año 2004 la superficie urbana asciende a de 19,242 hectáreas.

El crecimiento esperado para los años 2005 - 2030 con una tasa de crecimiento de 2.3 % correspondería a una población de 768,190 en el 2005 y para el año 2030 de 1,356,312 habitantes.

El Municipio de Morelia, según el INEGI, concentra el 15.5% de la población total de la Entidad Federativa; además, es lugar donde se desarrollan múltiples actividades económicas, de servicio y de carácter gubernamental.

#### - Estructura por sexo y edad

**TABLA IV.16 POBLACIÓN TOTAL, EDAD MEDIANA Y RELACIÓN HOMBRES - MUJERES**

	POBLACIÓN TOTAL			EDAD MEDIANA	
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
Municipio	684,145	326,612	357,533	24	26
Estado	3,966,073	1,892,377	2,073,696	22	24

Fuente: Anuario Estadístico Michoacán de Ocampo Tomo II INEGI 2006

#### - Natalidad y Mortalidad

**TABLA IV.17 NACIMIENTOS, DEFUNCIONES GENERALES EN EL MUNICIPIO**

AÑO	NACIMIENTOS	DEFUNCIONES GENERALES
2000	121,879	18,304

2001	124,115	18,277
2002	114,588	19,084
2003	121,624	19,123
2004	112,451	19,631
2005	104,020	ND

Fuente: Anuario Estadístico Michoacán de Ocampo Tomo II INEGI 2006

- **Migración.**

**TABLA IV.18 LUGAR DE RESIDENCIA ACTUAL Y SEXO**

	TOTAL	EN LA ENTIDAD	EN OTRA ENTIDAD	ESTADOS UNIDOS	NO ESPECIFICADO
<b>Estado</b>	3,495,742	3,399,308	59,098	21,399	15,937
Hombres	1,654,352	1,602,449	29,362	14,756	7,785
Mujeres	1,841,390	1,796,859	29,736	6,643	8,152
<b>Municipio</b>	588,340	564,683	18,034	2,824	2,799
Hombres	278,402	266,173	9,101	1,798	1,330
Mujeres	309,938	298,510	8,933	1,026	1,461

Fuente: Anuario Estadístico Michoacán de Ocampo Tomo II INEGI 2006

- **Población Económicamente Activa**

En la tabla siguiente se muestra la distribución de la población económicamente activa, para la ciudad de Morelia y se consigna la distribución porcentual de dicha población ocupada de acuerdo al sector de actividad, pudiéndose observar que la mayoría de la población económicamente activa se encuentra ocupada dentro del sector terciario o de servicios.

**TABLA IV.19 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA**

CONCEPTO	MORELIA		MUNICIPAL		ESTATAL	
	Población	%	Población	%	Población	%
Pob. Económicamente activa mayor de 12 años	213,392	100.00	233,505	100.00	1,241,449	100.00
Población ocupada	210,297	98.55	230,201	98.59	1,226,606	98.80
Población ocupada sector primario	2,728	1.28	8,041	3.44	290,721	23.42
Población ocupada sector secundario	46,455	21.77	53,742	23.02	304,818	24.55
Población ocupada sector terciario	155,129	72.70	162,010	69.38	598,751	48.23

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda, 2000. INEGI.

**TABLA IV.20 POBLACIÓN OCUPADA EN LOS DIVERSOS SECTORES**

SECTORES	POBLACION	% DE LA POBLACIÓN OCUPADA
Sector primario	8,041	3.49 %
Sector secundario	53,742	23.34 %
Sector terciario	162,010	70.37 %

Fuente: Secretaría de Gobernación. 2002. Sistema Nacional de Información Municipal

#### - Nivel de ingresos

La población ocupada del municipio de Morelia en el año 2000, presentó el siguiente nivel de ingreso mensual:

**TABLA IV.21 NIVEL DE INGRESOS DE LA POBLACIÓN MORELIANA**

CONCEPTO	POBLACIÓN	PORCENTAJE
Población con menos de 1 salario mínimo	20,659	8.97 %
Población con más de 1 y hasta 2 salario mínimo	62,412	27.11 %
Población con más de 2 y hasta 5 salario mínimo	83,602	36.31 %

Fuente: Secretaría de Gobernación. 2002. Sistema Nacional de Información Municipal

En la tabla anterior se reporta la población ocupada según el grupo de ingresos en función del salario mínimo, como se puede apreciar en la ciudad de Morelia el 8.97% de la población recibe menos de un salario mínimo, el 27.11% recibe entre uno y dos salarios mínimos, el 36.31% de la población recibe entre 2 y 5 salarios mínimos y el resto más de 5 salarios mínimos. A pesar de que casi el 30 % de la población recibe hasta 2 salarios mínimos lo que implica que los dos jefes de familia trabajen para alcanzar la canasta básica, se presenta una condición económica mucho mejor que a nivel estatal.

#### - Salario mínimo vigente

Todo el estado de Michoacán se encuentra dentro de la zona geográfica "C" en donde a partir del 01 de enero de 2007, el salario mínimo asciende a \$47.60 diarios.

#### - Áreas de productividad primaria, salud, educación y servicios públicos

En cuanto a servicios de salud la ciudad dispone de clínicas de la secretaría de salud (SSA) y del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Hospital General del IMSS, Hospital General del Instituto de Seguridad Social al Servicio del Estado (ISSSTE), Cruz Roja Mexicana, Hospital Civil y Hospitales y Clínicas particulares. En general la ciudad cuenta con clínicas, clínicas hospitalares, hospitales y unidad de básicos y urgencias, en diferentes puntos de la ciudad a continuación se mencionan algunas de estas:

- Cruz Roja Av. Ventura Puente #270, Tel. 314 5151
- IMSS Av. Madero Pte. #1200, Tel. 312 2880

- ISSSTE Salida a Guanajuato Tel. 312 3013
- Centro Médico, Bartolomé de las Casas #636, Tel. 312 8031
- Clínica Hospital de Dios, Mariano de Jesús Torres #81, Tel. 313 6033
- Hospital Star Medica, Virrey de Mendoza #2000, esq. Camelinas, Tel. 322 7700
- Hospital Memorial, Av Camelinas #2111, Tel. 315 1047, 315 1099
- Hospital de la Salud, Ignacio Zaragoza #276, Tel. 312 0990, 312 9847
- Hospital Clínica Fátima, Ana Maria Gallaga #940 Tel. 312 1212, 312 4088
- Sanatorio de la Luz, Juan Escutia y General Bravo, Tel. 314 4464.
- Sanatorio Cuautla, Cuautla #788, Tel 312 1067
- Sanatorio San Rafael, Av. Ocampo #819, Tel 316 7125.

**TABLA IV 22 POBLACIÓN CON DERECHO A SERVICIOS DE SALUD**

POBLACIÓN TOTAL	MUNICIPIO MORELIA	TOTAL ESTATAL
Poblacion c/derecho a servicios de salud.	281,633	1,045,874
Poblacion c/derecho a IMSS.	445,388	1,076,252
Poblacion c/derecho a ISSSTE	130,575	356,967

Fuente: Anuario Estadístico de Michoacán de Ocampo, 2004. INEGI.

**TABLA IV.23 CENTROS EDUCATIVOS, PERSONAL DOCENTE Y ESCUELAS EN EL MUNICIPIO DE MORELIA**

NIVEL AÑO 1999/2000	ALUMNOS INSCRITOS	%	PERSONAL DOCENTE	%	ESCUELAS	%
Morelia	173,417	100.00	7,480	100.00	839	100.00
Preescolar	22,424	12.93	981	13.11	301	35.88
Primaria	93,788	54.08	3,146	42.06	385	45.89
Secundaria	33,066	19.07	1903	25.44	105	12.51
Profesional medio	2,980	1.72	226	3.02	10	1.19
Bachillerato	21,159	12.20	1224	16.36	38	4.53

Fuente: Anuario Estadístico de Michoacán de Ocampo., 2004. INEGI.

**TABLA IV.24 INFRAESTRUCTURA PARA LA EDUCACIÓN EN LA CIUDAD DE MORELIA**

Nivel	Planteles
Preescolar	316
Primarias	398
Secundarias	119
Profesional medio	9
Bachillerato	48
Superior	18

Fuente: Anuario Estadístico de Michoacán de Ocampo, 2004. INEGI

**TABLA IV.25 SERVICIOS PÚBLICOS Y COBERTURA**

VIVIENDAS PARTICULARES	MORELIA		MUNICIPAL		ESTATAL	
	No. De Viviendas	%	No. de Viviendas	%	No. de Viviendas	%
Total de viviendas particulares habitadas	125,385	100.00	139,814	100.00	855,512	100.00
Que disponen de servicio sanitario exclusivo	120,680	96.25	131,806	94.27	724,229	84.65
Que disponen de agua entubada	117,442	93.67	129,200	92.41	699,112	81.72
Que disponen de drenaje	120,717	96.28	128,330	91.79	631,973	73.87
Que disponen de electricidad	123,363	98.39	136,954	97.95	806,949	94.32
Que disponen de agua interior y drenaje	116,160	92.64	123,119	88.06	568,687	66.47
Que disponen de drenaje y electricidad	120,310	95.95	127,783	91.39	625,273	79.03
Que disponen de agua entubada y electricidad	117,049	93.35	128,479	91.89	683,524	79.90
Que disponen de agua, drenaje y electricidad	115,897	92.43	122,782	87.82	564,416	65.97
Que no disponen de ningún servicio	231	0.18	528	0.38	18,169	2.12

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda, 2000. INEGI.

**TABLA IV.26 DATOS DE MARGINACIÓN**

	1980	1990	1995	2000
Grado de marginación	-23.010	-1.757	-1.509	-1.700
Índice de marginación	Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja

Fuente: Secretaría de Gobernación. 2002. Sistema Nacional de Información Municipal

#### - Grupos étnicos

La población mayor de 5 años que habla algún tipo de lengua indígena es la reportada por INEGI dentro incluida en la tabla siguiente.

El grupo étnico predominante es el Purépecha y se estima que la población indígena total ubicada en el municipio asciende a 2,287 habitantes.

**TABLA IV.27 POBLACIÓN MAYOR DE 5 AÑOS QUE HABLA ALGÚN TIPO DE LENGUA INDÍGENA**

ENTIDAD	POBLACIÓN MAYOR DE 5 AÑOS	POBLACIÓN MAYOR DE 5 AÑOS QUE HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA	%
Morelia	489,942	3,075	0.63
Municipio	551,406	3,301	0.60
Estado	3'479,357	121,849	3.50

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000 INEGI

#### IV.2.4.2 Factores Socioculturales

##### - Factores socioculturales

Con la construcción del proyecto se permitirá principalmente la comunicación vial desde la zona sur de la ciudad hacia la parte alta de la loma de Santa María y posteriormente hacia las tenencias de Jesús del Monte y San Miguel del Monte, la cual en la actualidad demanda de infraestructura vial y equipamiento urbano ya que presentan problemas de falta de agua potable y sistema alcantarillado, clínicas de salud y espacios recreativos.

La incertidumbre y las expectativas de la obra por parte de la población ha provocado que varios actores ajenos al proyecto y con intereses particulares, participen e intervengan a favor y en contra del proyecto esto ha provocado un desconcierto sobre los beneficios de esta obra vial, provocando la formación por parte de la población de un "Frente de Defensa" de las áreas verdes de la ciudad, por lo que se han suscitado diversos foros y manifestaciones, provocando incertidumbre y descontento de los grupos a favor y en contra del proyecto, poniendo en riesgo la factibilidad del proyecto. Lo que si es un hecho es que la problemática vial que presenta esta zona de la ciudad se verá en aumento si no se resuelven accesos planeados, eficientes y adecuados al crecimiento acelerado que presenta esta zona de la ciudad.

No hay que perder de vista que para la realización del proyecto se requiere afectar una superficie total de 43,900 m<sup>2</sup>, de los cuales 38,500 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.65% de la superficie del área protegida, aunque cabe mencionar que estas dimensiones serán menores una vez terminada la construcción ya que el área a ocupar por la infraestructura permanente es de 32,013.61 m<sup>2</sup> de los cuales 26,613.61 m<sup>2</sup> se encuentran dentro del polígono del Área Natural Protegida Estatal afectando el proyecto solamente el 1.14% de la superficie del área protegida, y que con el proyecto se pretende reforestar la zona y mejorar el estado que guarda la loma, situación que hace falta pues presenta abandono y alto grado de perturbación.

##### - Sistema cultural

##### 1.- Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto; así como a las características del uso.

En el sitio de estudio no se explotan recursos naturales directamente aunque en algunas zonas de la ladera se utilizan para el pastoreo de ganado.

## **2.- Nivel de aceptación del proyecto.**

Como se ha mencionado anteriormente actualmente existen tres accesos viales hacia la loma de Santa María, el acceso de “La Paloma” el de “Prolongación Morelos Sur” y “casa de Gobierno”, una parte de la problemática se ve reflejada en el incremento en los tiempos de traslado entre la parte alta y Camelinas, lo cual implica mayor contaminación y mayores costos que repercuten en la calidad de vida de los morelianos, el beneficio será hacia un gran número de habitantes de las colonias, fraccionamientos, tenencias y comunidades del municipio.

La construcción de la Vialidad Panorámica, Túnel y Calzada Las Torres iniciarán al mismo tiempo con el objetivo de concluir a la misma fecha y tener una solución vial integral a la zona sur de la ciudad.

En lo que se refiere a Gobierno del Estado, en su momento y como requisito indispensable para dar seguimiento al proyecto, la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) emitió los documentos jurídicos que hacen factible la construcción de la infraestructura proyectada:

- Emitió el dictamen de verificación de congruencia.
- Emitió el dictamen de resolución sobre la manifestación de Impacto Ambiental.

Como se ha mencionado anteriormente, La incertidumbre y las expectativas de la obra por parte de la población ha provocado que varios actores ajenos al proyecto y con intereses particulares, participen e intervengan a favor y en contra del proyecto esto ha provocado un desconcierto sobre los beneficios de esta obra vial, provocando la formación por parte de la población de un “Frente de Defensa” de las áreas verdes de la ciudad, por lo que se han suscitado diversos foros y manifestaciones, provocando incertidumbre y descontento de los grupos a favor y en contra del proyecto, poniendo en riesgo la factibilidad del proyecto. Lo que si es un hecho es que la problemática vial que presenta esta zona de la ciudad se verá en aumento si no se resuelven accesos planeados, eficientes y adecuados al crecimiento acelerado que presenta esta zona de la ciudad.

## **3.- Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos dónde se ubicará el proyecto y que los habitantes valoran al constituirse en puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo.**

La vialidad panorámica y el túnel vial esta ubicado en el cerro de Santa María donde colinda con zonas urbanas, el proyecto se encuentra dentro del polígono del Área Natural Protegida, con el carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, la "Loma de Santa María" y depresiones aledañas. Cuyo decreto fue publicado el 19 de agosto de 1993, con una superficie de 232-79-73.88 hectáreas, ubicadas en el municipio de Morelia, Mich.

No se consideran estos terrenos como puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo ya que su función es de conservación ecológica vecino a este sitio se encuentra el parque Bosque Lázaro Cárdenas donde si existen actividades de recreación.

#### **4.- Patrimonio histórico,**

La ciudad de Morelia, capital del estado de Michoacán de Ocampo, fue fundada en el antiguo valle de Guayangareo (Loma larga y achatada) que fue habitado por Pirindas (los de en medio) y el 18 de mayo de 1541, por el primer virrey de la Nueva España Don Antonio de Mendoza, la cual había bautizado con el nombre de Valladolid. Actualmente la ciudad es muy cosmopolita con todas las comodidades, atractivos y servicios de una gran ciudad, aún conserva una invaluable riqueza arquitectónica colonial, la cual se puede observar en sus casas, templos, calles, plazas y jardines. En diciembre de 1991 Morelia fue declarada por la UNESCO, «Patrimonio Cultural de la Humanidad».

### **IV.2.5 Diagnóstico ambiental**

Morelia es una ciudad con grandes expectativas de crecimiento y desarrollo, lo cual brinda la oportunidad para un desarrollo en beneficio de la sociedad, lo que hace ser un municipio con grandes posibilidades de crecimiento económico y desarrollo sustentable. Es una de las ciudades más importantes del estado, no solamente por ser la capital del estado, sino por las actividades económicas que en ella se desarrollan al ser un centro regional de intercambio comercial considerado como polo de desarrollo de primera magnitud.

La población de la ciudad de Morelia ha crecido considerablemente, siendo un reto a satisfacer el de equipamiento urbano. En lo referente al equipamiento vial, la falta de vialidades, o la falta de capacidad de éstas al crecer el flujo vehicular, provoca congestionamientos viales, pérdida de tiempo, estrés en el usuario, transporte irregular, accidentes, contaminación atmosférica y acústica, situación que ocurre en varios puntos de la ciudad, afectando la calidad de vida de los habitantes.

Los tres accesos a Santa María (por La Paloma, por el Parque Juárez y por la Casa de Gobierno), se han visto saturados a causa del crecimiento acelerado de la zona, ya que dichos accesos no fueron planeados para ser vialidades primarias que satisficieran la demanda actual de servicio y mucho menos al crecimiento acelerado que ha tenido esta zona de la ciudad. Con el fin de satisfacer la demanda vial existente se tomaron soluciones parciales y temporales que no son una solución real al problema vial de la zona, ya que se procedió a habilitar calles de fraccionamientos habitacionales como acceso a la zona, como es el caso de la subida “La Paloma” la cual originalmente era un empedrado. Los tres accesos existentes presentan un bajo nivel de servicio, una obvia falta de capacidad para el flujo vial actual sobre todo en las horas pico, presentando un desarrollo geométrico inadecuado con pendientes pronunciadas, curvas cerradas y carriles angostos, carpetas de rodamiento en malas condiciones al no estar proyectadas para el flujo vial que transita por ellas, y favoreciendo accidentes debido a las malas condiciones que presentan dichas subidas y a la irresponsabilidad de algunos usuarios.

Si en la actualidad ya se presentan problemas de congestionamiento y saturación de dichos

accesos y de sus intersecciones con la Av. Camelinas y con el Periférico Sur, es de esperarse que con la densificación de la zona sea el problema cada vez mayor por lo que el presente proyecto obedece a la necesidad de proporcionar a la población un acceso seguro, con un desarrollo geométrico adecuado que permita acceder a una zona que actualmente presenta problemas de congestión vial y que a corto plazo se espera sea mucho mayor, ya que la densificación de la zona va en aumento.

La Vialidad Panorámica y Túnel Vial en la Loma de Santa María, proyecto que es sujeto del presente estudio, estarán situados al sur de la ciudad, en las vecindades de los Fracc. Ejidal Santa María, Condagua y Prados del Campestre, por toda la falda del cerro de Santa María, dentro de la zona sujeta a conservación ecológica “Loma de Santa María y Depresiones Aledañas” y en terrenos de propiedad privada.

La selección de construir un Túnel Vial obedece principalmente a una decisión ambiental ya que al ubicarse el proyecto dentro de la zona sujeta a conservación “Loma de Santa María y Depresiones Aledañas”, el construir una vialidad superficial incrementa considerablemente la afectación para albergar el cuerpo de la carretera, por lo que con el Túnel Vial se elimina en gran porcentaje la afectación de dicha área, no solamente se dará solución al problema vial, sino que con éste también se evita un mayor impacto con la interferencia del Área Protegida de la Loma de Santa María.

En toda la región de Morelia existen plantaciones con especies nativas e introducidas como el Eucalipto y la Casuarina las cuales se han establecido con diferentes propósitos, sobre todo para tratar de contrarrestar los efectos de la deforestación, aunque con resultados muy variables y muy poco satisfactorios y el cerro de Santa María no es la excepción ya que se encuentran estos elementos principalmente en la parte baja del cerro. Aunque el Área Protegida de la Loma de Santa María cuenta con un Programa de Manejo, se manifiesta su descuido ya que se puedan encontrar zonas perturbadas, partes deforestadas, sitios donde se han acumulado residuos y zonas erosionadas hacia la parte alta de la loma.

Como es sabido un camino abre frentes de desarrollo en sus vecindades, y la problemática puede ser mayor por la presión que ejerce la mancha urbana sobre la loma de Santa María, por lo que con el fin de mantener y conservar el área protegida, se deberá prohibir terminantemente el crecimiento urbano y desarrollo de asentamientos de cualquier tipo en las vecindades del proyecto.

En cuanto al uso del suelo, si se analiza desde el punto de vista técnico, estos terrenos no tienen potencial agrícola y el pecuario está muy condicionado a la pronunciada pendiente gobernadora de 9%, donde termina la loma, así como a la escasa producción de forraje natural por dichas condiciones.

El área de estudio está ubicada en la “Riolita Morelia”, dentro de las fallas regionales la que se encuentra más cercana al sitio de estudio es una estructura geológica clasificada como una falla normal, llamada Falla de la Paloma (Morelia-Acambay) la cual es paralela a la dirección de la vialidad que va de este a oeste cerca de 9.25 km con una edad aproximada de 17.7 millones de años (Pascuaré 1998) actualmente no se cuenta con ningún registro histórico de eventos sísmicos, para ser considerada como una falla fuente generadora de

sismos.

Es importante mencionar que existen fenómenos de deslizamientos que sólo afectan a las secuencias piroclásticas de la cantera de Morelia, estos son visibles a lo largo de la parte occidental del escarpe de La Paloma, además presenta dos rasgos importantes, hacia el oriente los desniveles son mayores a los 200 m y hacia el poniente el desnivel se hace más suave.

En particular esta vialidad se ubica en zonas de tobas riolíticas instaladas cerca de rocas ígneas extrusivas ácidas y en las zonas de lomerío suave se tienen tobas alteradas arcillosas.

En la zona baja cercana al km 0+000 se tienen suelos aluviales arcillosos y en el resto del tramo se encuentran tobas con diferentes grados de alteración y en buena parte se tiene roca tipo riolítica cantera e ignimbritas de consistencia dura a muy dura, lo que debe tenerse en cuenta durante la construcción.

De acuerdo al Proyecto Ejecutivo de Túnel Vial para la Loma de Santa María, Morelia, y a los sondeos de barrenación se observa que la roca es de regular calidad casi en el límite de ésta y se detectaron tres sistemas principales de estructuras (falla-fracturas), el primero de ellos es un sistema con inclinación próxima a 90°, en donde se observa material de relleno lo que nos indica que en temporada de lluvias hay presencia de flujo de agua a lo largo de éstas. El segundo sistema es de 55° a 70° de inclinación y el último sistema tiene una inclinación próxima a la horizontal.

Existen fragmentos de roca volcánica silicificada conformando el conglomerado, lo que hará que la resistencia de esta roca se incremente cuando se presenten estos fragmentos de roca.

El área urbana que se está desarrollando al sur de la ciudad de Morelia, donde se han identificado diferentes cuerpos inestables, como el de SUMA, El Campestre o los pequeños cuerpos de la zona de Ocolusen. En ellos se han caracterizado diferentes tipos de inestabilidad del terreno, como son, caída y volcamiento de bloques, coladas de lodo y detrito, y deslizamientos en masa, estos últimos ligados, principalmente a eventos sísmicos. Por lo que se deberá tener sumo cuidado con la construcción de la vialidad de no poner en riesgo a la población adyacente al área y a sus propiedades sobre todo en aquellas zonas en que el trazo es cercano a éstas (cadenamiento del 0+ 400 al 0+700).

El suelos primarios en la zona de estudio están formados por: Luvisoles, en la parte Norte y Sur del cerro de Santa María, los cuales son suelos que tienden a erosionarse con facilidad; Ranker en la falda del cerro, cuya erosión es alta cuando sufren desmontes y Acrisoles al sureste de Jesús del Monte los cuales son moderadamente susceptibles a erosionarse.

Cabe destacar que en la loma de Santa María el suelo es pobre poco profundo y presenta problemas de erosión eólica e hídrica ya que la cobertura vegetal que sustenta a estas zonas a sido mermada por las actividades antropogénicas.

En el área de estudio no existen corrientes naturales permanentes y los pequeños riachuelos, son del tipo temporal. Cerca del área de estudio se encuentra el Río chiquito, cuya cuenca receptora es de 6,000 ha, la cual esta comprendida en su mayor parte, en la región montañosa situada al sur de la ciudad.

En la Loma de Santa María la atraviesa un canal de agua que baja de los filtros viejos de Morelia en su recorrido tiene extracciones para fines domésticos, conduce agua cruda, no posee tratamiento, tiene 40 cm de ancho por 50 de profundidad, está hecha de mampostería y fluye por gravedad desemboca a la planta potabilizadora ubicada en Vista Bella (Santa María).

La precipitación es un factor que se presenta de manera importante en los meses de julio, agosto y septiembre, situación a contemplar para mantener la seguridad del sitio tanto en la etapa de construcción, como en la de operación ya que existen en las laderas del cerro varias corrientes intermitentes que pudieran arrastrar material hacia el sitio del proyecto, además de que el agua infiltrada ejerce presiones hidrostáticas en las paredes de los muros de contención, en los taludes y sobre las paredes del túnel.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia aprobado en sesión extraordinaria de cabildo el 05 de octubre de 2004, contempla en la zona de estudio la construcción de una vialidad superficial y la alternativa de construcción de un túnel subterráneo como se muestra en el Plano E-6C "Estructura Vial en Área Urbana de Morelia".

En relación con este Programa y en atención a los usos de suelos permitidos y/o condicionados, el H. Ayuntamiento de Morelia, por medio de Oficio No. SDUMA-DDU-US6087/06, de fecha 27 de noviembre de 2006, emitió dictamen condicionado de uso de suelo para Equipamiento Vial para acceso al lugar conocido como la Loma de Santa María. Así mismo se cuenta con la verificación de congruencia emitida por la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente.

Una vez identificado el medio natural y social que influirá el proyecto, en los capítulos siguientes se procederá a identificar los impactos susceptibles de ocurrir por la ejecución del proyecto, así como las medidas de mitigación pertinentes para abatir el efecto de dichos impactos.

#### **IV.2.5.1 Integración e interpretación del inventario ambiental**

Un total de 2,155 árboles fue el resultado de los datos obtenidos por el inventario que se realizó en el trazo del proyecto.

El 100% de la superficie del proyecto (43,900 m<sup>2</sup>) y corresponde el sitio de estudio a la comunidad vegetal de bosque Pino-Encino, si referimos la superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal, entendida esta como la superficie que ocupa la proyección de copas de los árboles, solo se estaría afectando en promedio un 35% de la superficie que comprende el proyecto ya que este es el porcentaje en promedio de cobertura de copa arbórea del área en estudio.

Como se ha mencionado anteriormente para albergar la vialidad superficial, se requerirá afectar especies arbóreas y arbustivas como se muestra a continuación:

- Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
- Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
- Volumen de los árboles mayores a 10 cm.= 153 m<sup>3</sup>
- Número de especies arbóreas encontradas= 28
- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
- Número total de especies encontradas en el trazo= 51

La relación total por cada árbol mayor a 10 cm de diámetro se plantarán 19 árboles y se considera que por cada árbol nativo se plantarán 36 más, en la zona del proyecto en la loma solamente caben 8,800, los otros 11,000 se sembrarán en la zona natural protegida de la cuenca del río Chiquito.

**TABLA IV.28 ESPECIES CON UN DIAMETRO MAYOR A 10CM  
DENTRO DEL INVENTARIO AMBIENTAL**

Tipos	Familia	Género/Especie	Numero
1	Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	1
	Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	1
	Pinaceae	<i>Pinnus ayacahuite</i>	0
	Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i>	24
	Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	192
	Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	101
	Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	2
	Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>	11
	Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	34
	Leguminosae	<i>Bauhinia variegata</i>	1
	Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	1
	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	29
	Ulmaceae	<i>Celtis caudata</i>	2
	2	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
Myrtaceae		<i>Eucalyptus bothryoides</i>	27
Casuarinaceae		<i>Casuarina equisetifolia</i>	18
Proteaceae		<i>Grevillea robusta</i>	1
Anacardiaceae		<i>Schinus molle</i>	14
Rosaceae		<i>Eriobothrya japonica</i>	3
Juglandaceae		<i>Juglans regia</i>	2

<b>3</b>	Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i>	11
	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	20
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	7
<b>4</b>	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	15
	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	62
	Leguminosae	<i>Eysendhartia polystachya</i>	8
	Compositae	<i>Condalia velutina</i>	2
	Oleaceae	<i>Forestiera phyllirioides</i>	7
<b>5</b>	Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	90
	Leguminosae	<i>Acacia angustissima</i>	0
	<b>Total</b>		<b>929</b>

-  1.-Especies representativas de la vegetación natural ( 399 ).
-  2.- Especies introducidas ( 308 ).
-  3.- Especies arbóreas representativas de otra comunidad vegetal ( 38 ).
-  4.- Arbusto rara vez pequeños árboles ( 94 ).
-  5.-Especie representativa del Matorral Subtropical ( 90 ).

#### IV.2.5.2 Síntesis del inventario ambiental

FIGURA IV.14 DISTRIBUCIÓN VEGETACIÓN EN EL SITIO DE ESTUDIO



En la descripción de la figura anterior se puede observar la distribución de las diferentes comunidades vegetales donde sobre sale el bosque reforestado introducido y el matorral subtropical acompañadas de vegetación secundaria que se encuentran en la zonas bajas de la ladera del cerro cercanas principalmente a la zona ya urbanizada, cerca de la cota de los 1980 msnm esta distribuido el bosque de Encino y que de acuerdo a los datos del inventario en el trazo del proyecto las especies más abundantes son las especies *Quercus deserticola*, *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*. No siendo así el caso de las Pináceas que es la asociación más directa a esta comunidad vegetal natural por la altura a msnm que se encuentra esta comunidad, las cuales en número es muy reducido, cabe destacar la presencia de varias especies de la familia de Leguminosae como las *Acacia spp.* o como la Cactaceae la *Opuntia spp* que acompañan a los cambios de transición entre esta comunidad de vegetación de bosque de pino-encino con el matorral subtropical y la selva baja caducifolia.

Además existen especies que acompañan a las actividades antropogénicas principalmente herbáceas que se han introducido y que conforman la vegetación en la loma del cerro de Santa María comportándose como secundaria, por diferentes causas como la tala, pastoreo, agricultura e incendios, dentro de estas especies se encuentran las introducidas como son *Eucalyptus camaldulensis*, *Cassuarina equisetifolia* y en un reducido número de *Eriobothrya Japonica*, *Grevillea robusta*, *Junglans regia* y *Schinus molle*.

Como dato cabe destacar que dentro de los individuos menores de 10 cm de diámetro inventariados en el trazo del proyecto, esta dominado por las leguminosas con 260 de *Acacia farnesiana* y 139 de *Acacia pennatula* seguido de *Condalia velutina* con 178 y *Eucalyptus camaldulensis* con 126 siendo esta introducida, seguido de *Quercus deserticota* 116 *Quercus obtusata* 59 y *Quercus castanea* 58 especies nativas.

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO INVENTARIO AMBIENTAL .....	IV-114
IV.1 Delimitaciones del área de estudio.....	IV-114
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	IV-122
IV.2.1 Aspectos Abióticos .....	IV-122
IV.2.1.1 Clima .....	IV-122
IV.2.1.2 Geología y geomorfología.....	IV-126
IV.2.1.3 Suelos .....	IV-141
IV.2.1.4 Hidrológica superficial y subterránea.....	IV-144
IV.2.2 Aspectos bióticos.....	IV-146
IV.2.2.1 Vegetación terrestre .....	IV-146
IV.2.2.2 Fauna.....	IV-158
IV.2.3 Paisaje.....	IV-165
IV.2.4 Medio Social .....	IV-167
IV.2.4.1 Demografía.....	IV-167
IV.2.4.2 Factores Socioculturales.....	IV-173
IV.2.5 Diagnostico ambiental.....	IV-175
IV.2.5.1 Integración e interpretación del inventario ambiental .....	IV-178
IV.2.5.2 Síntesis del inventario ambiental.....	IV-182

## V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En esta sección se desarrollará la parte medular del estudio de impacto ambiental, se procederá a identificar y evaluar los impactos ambientales que serán generados en cada una de las etapas del proyecto.

## **V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

### **V.1.1 Indicadores de impacto**

A partir del conocimiento del proyecto, las acciones que se ejecutarán en las diferentes etapas, los equipos y materiales a utilizar, la concentración de personal, entre otros, se procedió a relacionarlos con los factores ambientales que determinarán el efecto de las acciones a ejecutar sobre ellos y de esta manera establecer los indicadores pertinentes que permitan evaluar ambientalmente el proyecto.

Se procedió a realizar un listado simple para verificar la existencia o ausencia de impactos, así como la interrelación existente con las actividades por desarrollar, dando origen a la tabla IV.1. A partir de ésta tabla se procedió a evaluar la interacción existente entre las actividades por desarrollar y los 12 factores ambientales analizados, con un total de 67 parámetros.

Cabe mencionar que para la identificación de impactos susceptibles de ocurrir, se pueden agrupar las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que por el tipo de proyecto, van íntimamente relacionadas presentándose impactos similares que pueden ser agrupados puesto que desde el principio existe movimiento de tierras, utilización de materiales, concentración de personal, utilización de maquinaria y equipo de construcción, etc.

En cuanto a la etapa de operación, no se concibe la operación si no va a la par un buen mantenimiento por lo que se procedió a relacionar las dos etapas para su evaluación.

**TABLA V.1 MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES POR REALIZAR Y LOS INDICADORES DE IMPACTO (continúa)**

CATEGORÍAS AMBIENTALES	ACTIVIDADES																ETAPA DE AFECTACIÓN (1) Preparación del sitio (2) Construcción (3) Operación y (4) Mantenimiento										
	Brechas de acceso	Servicios de apoyo	Concentración de personal	Equipo y maquinaria de construcción	Alteración del drenaje	Afectación superficie existente (despalme)	Excavaciones y cortes	Rellenos	Nivelación y compactación	Barrenación	Carga de explosivos y voladuras	Remoción, carga y acarreo de rezaga	Anclaje y concreto lanzado	Instalación de obras de drenaje	Cimentaciones	Estructuras		Superficie de rodamiento	Estabilización de taludes	Electrificación	Abastecimiento de materiales	Derribo o fugas de sustancias químicas	Generación y manejo de residuos	Señalización	Reforestación	Accidentes	
<b>A. EDAFOLOGÍA</b>																											
1. Eliminación de la capa del suelo																											1
2. Procesos erosivos																											1 y 2
3. Movimiento de tierras																											1 y 2
4. Estabilidad																											1 y 2
5. Calidad del suelo																											1 y 2
<b>B. USO DEL SUELO</b>																											
1. Espacio abierto																											1, 2, 3 y 4
2. Recreativo																											
3. Agrícola																											
4. Forestal																											1 y 2
5. Habitacional																											
6. Comercial																											
7. Industrial																											
<b>C. RECURSOS HIDRAULICOS</b>																											
1. Alteración en la infiltración natural																											1 y 2
2. Alteración en la calidad del agua																											1, 2, 3 y 4
3. Drenaje superficial																											1 y 2
4. Alteración en la recarga del acuífero																											1 y 2
<b>D. CALIDAD DEL AIRE</b>																											
1. Óxidos (azufre, carbono, nitrógeno)																											1, 2, 3 y 4
2. Partículas suspendidas totales																											1 y 2
3. Químicos																											
4. Olores																											1, 2, 3 y 4
5. Gases																											1, 2, 3 y 4
<b>E. CLIMA</b>																											
1. Microclima																											1 y 2
2. Temperatura																											1 y 2
3. Humedad relativa																											1 y 2
4. Dirección de vientos																											
5. Intemperismos																											1, 2, 3 y 4
<b>F. SERVICIOS MUNICIPALES</b>																											
1. Escuelas																											3
2. Policía																											3
3. Protección contra incendios																											1, 2, 3 y 4
4. Sistema de abastecimiento de agua																											1 y 2
5. Sistema de alcantarillado																											
6. Sistema de manejo de residuos sólidos																											1, 2, 3 y 4
7. Sistema de electrificación y alumbrado																											2, 3 y 4

**TABLA V.1 MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES POR REALIZAR Y LOS INDICADORES DE IMPACTO (Continuación)**

CATEGORÍAS AMBIENTALES	ACTIVIDADES																	ETAPA DE AFECTACIÓN (1) Preparación del sitio (2) Construcción (3) Operación y (4) Mantenimiento								
	Brechas de acceso	Servicios de apoyo	Concentración de personal	Equipo y maquinaria de construcción	Alteración del drenaje	Afectación superficie existente (despalme)	Excavaciones y cortes	Rellenos	Nivelación y compactación	Barrenación	Carga de explosivos y voladuras	Remoción, carga y acarreo de rezaga	Anclaje y concreto lanzado	Instalación de obras de drenaje	Cimentaciones	Estructuras	Superficie de rodamiento		Estabilización de taludes	Electrificación	Abastecimiento de materiales	Derribo o fugas de sustancias químicas	Generación y manejo de residuos	Señalización	Reforestación	Accidentes
<b>G. MEDIO BIOLÓGICO</b>																										
1. Flora																										
1.1 Pérdida de especies nativas																										1
1.2 Especies en estatus																										
1.3 Daño a vegetación existente																										1 y 2
1.4 Repoblación																										
2. Fauna																										
2.1 Nidificación																										1
2.2 Especies en estatus																										
2.3 Pérdida de especies																										1
2.4 Áreas de cría																										
2.5 Áreas de reproducción																										
2.6 Desplazamiento y efecto barrera																										1, 2, 3 y 4
<b>H. GEA</b>																										
1. Estabilidad																										1, 2, 3 y 4
2. Erosionabilidad																										1 y 2
3. Morfología																										1
4. Relieve																										1
<b>I. SISTEMA DE TRANSPORTE</b>																										
1. Automóviles																										1, 2, 3 y 4
2. Autobuses, microbuses, taxis colectivos																										1 y 2
3. Camiones de carga																										1, 2, 3 y 4
4. Conservación de vialidades																										1, 2, 3 y 4
5. Seguridad vial																										1, 2, 3 y 4
6. Tráfico																										1, 2, 3 y 4
<b>J. RUIDO Y VIBRACIÓN</b>																										
1. En el sitio																										1, 2, 3 y 4
2. Externo al sitio																										3 y 4
<b>K. ESTÉTICA</b>																										
1. Paisaje																										1, 2, 3 y 4
2. Estructuras																										1, 2 y 3
<b>L. ESTRUCTURA COMUNIDAD</b>																										
1. Reubicación																										
2. Movilidad																										1, 2, 3 y 4
3. Infraestructura y servicios																										3 y 4
4. Recreación																										3
5. Empleo																										1, 2, 3 y 4
6. Economía local																										1, 2, 3 y 4
7. Salud poblacional																										
8. Salud de los trabajadores																										1, 2, 3 y 4
9. Valor del suelo																										1 y 2
10. Calidad de vida																										3

## V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

A continuación se señala la lista de indicadores considerada en el presente trabajo, así como la correspondiente a las actividades del proyecto que inciden en dichos factores ambientales.

**A. EDAFOLOGÍA**, incluyendo la Eliminación de la capa del suelo, los procesos erosivos, el movimiento de tierras, la estabilidad y la calidad del suelo.

**B. USO DEL SUELO**, considerando que aunque no existe afectación por la realización de las obras en este rubro, si será necesario regularlo para evitar que la población invada zonas federales o se asiente en zonas de riesgo alrededor de la planta potabilizadora.

**C. RECURSOS HIDRAULICOS**, El proyecto impactará benéficamente en la calidad de las aguas, ya que eliminara la actual contaminación, afectará el drenaje superficial.

**D. CALIDAD DEL AIRE**, La calidad del aire se relacionará con el tipo de maquinaria existente durante la realización de las obras, así como por la generación de olores derivada de una gestión inadecuada de residuos o deficiencia en la operación. Así como la generación de aerotransportarles y partículas suspendidas totales.

**E. CLIMA**, El clima se relacionó con el microclima, cambio de temperatura en el lugar por la eliminación de la vegetación existente En este caso los intemperismos son de vital importancia puesto que contribuirán al atraso de las obras y en la operación a la gestión adecuada de los lodos.

**F. SERVICIOS MUNICIPALES**, el proyecto incidirá directamente en el sistema de alcantarillado ya que se requerirá la ampliación de éste y la construcción del emisor, también en el sistema de recolección de residuos municipal, así como en el suministro de energía eléctrica.

**G. MEDIO BIOLÓGICO**, los indicadores de impacto seleccionados serán para la vegetación: pérdida de especies nativas; especies en estatus es preciso mencionar que no se tiene reportadas en donde se desarrollarán las obras; daño a vegetación existente ya que será necesario eliminar la vegetación dentro del área hidráulica de las corrientes superficiales; y repoblación. Para la fauna se consideraron la nidificación, especies en estatus y desplazamiento.

**H. GEA**, se consideraron la estabilidad y la erosionabilidad, la morfología como los factores de estudio ya que el relieve se afectará de manera mínima.

**I. SISTEMA DE TRANSPORTE**, en cuanto a este rubro se considera la utilización de Autobuses, microbuses, colectivos, Camiones de carga, para el desarrollo de las obras. También la afectación que estas tendrá sobre la conservación de vialidades, la seguridad vial y el incremento de tráfico en su caso.

**J. RUIDO Y VIBRACIÓN**, el ruido y vibración se relacionará directamente con el ambiente urbano y se relacionará con las obras a ejecutar, el equipo y maquinaria a utilizar, su relación

dentro del sitio de generación como la afectación que pudiera ocasionar externo a éste.

**K. ESTÉTICA**, las obras se desarrollaran en un sitio que no presenta ningún valor paisajístico, solamente se considera la afectación que las obras inciden en el paisaje existente.

**L. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD**, los sitios donde se desarrollarán las obras no son utilizados por la población como zonas de recreo, reunión o de valor arqueológico o cultural, la Infraestructura y servicios los cuales aumentarán por la realización de las obras, empleo, economía local, salud poblacional siendo esta el mayor impacto benéfico que traerá la realización de las obras propuestas junto con la calidad de vida de la población al eliminar la contaminación existente de los cuerpos de agua.

### V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

#### V.1.3.1 Criterios

Para poder identificar predecir y evaluar los impactos que generará la construcción del proyecto, se aplicaron distintos métodos, como son los procedimientos pragmáticos (Ad Hoc), matrices y listados, resultando un procedimiento adaptativo.

Se formuló una matriz de identificación de impactos, utilizando una técnica de listado simple, incluyendo doce categorías ambientales con un total de 67 parámetros propuestos, en la cual se procedió a identificar la existencia o la ausencia de impacto, tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción, como para las etapas de operación y mantenimiento de la vialidad y el túnel en el cerro de Santa María.

Una vez que se identificaron los impactos susceptibles de ocurrir por la construcción del proyecto, se procedió a realizar la evaluación cualitativa de cada uno de ellos para tomar en cuenta su importancia y afectación ejercida sobre el medio. En dichas matrices se lleva a cabo la evaluación de los impactos de acuerdo a los siguientes criterios.

#### Por la variación de la calidad ambiental:

- Impacto positivo: Es aquel que se traduce en unas mejoras en el medio natural, socioeconómico o cultural.
- Impacto negativo: Aquel impacto que se traduce como una pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y personalidad de una zona determinada. Cabe aclarar que la identificación de un impacto adverso no significa la certeza de su ocurrencia, sino que sobre éstos deberán tomarse medidas preventivas y mitigantes para eliminar o al menos reducir sus consecuencias negativas en caso de que se llegaran a presentar.

#### Por la relación causa del impacto y el efecto producido:

- Impacto directo: El efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
- Impacto Indirecto o secundario: Aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental con otro.

**Por la persistencia de las consecuencias del impacto:**

- Impacto temporal: Aquel impacto cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Si su efecto es menor a un año se llama fugaz; si dura entre 1 y 3 años, temporal y si persiste entre 4 y 10 años recibe el nombre de Pertinaz.
- Impacto permanente: Supone una alteración indefinida en el tiempo, es decir aquel impacto que permanece en el tiempo. (Se considera permanente aquel efecto con duración mayor a 10 años).

**Por la extensión del área que sufre el impacto:**

- Impacto puntual: Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.
- Impacto parcial: Se define como aquél cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio. El área de afectación puede corresponder a valores inferiores al 60% de la extensión del área considerada.
- Impacto extenso: Su efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.
- Impacto total: Su efecto se manifiesta generalizado en todo el entorno considerado.
- Impacto de ubicación crítica: Se define como aquél en que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente ocurre en impactos puntuales.

**Por la interrelación de acciones que producen el impacto y/o efectos producidos:**

- Impacto simple: Se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modelo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la acumulación ni en la de su sinergia.
- Impacto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.

**Por la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales:**

- Impacto reversible: La alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

- Impacto irreversible: Supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que la produce.

Una vez identificados los impactos susceptibles de ocurrir se procederá a su caracterización.

**Por la periodicidad de aparición del impacto:**

- Impacto de aparición irregular: Se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.
- Impacto periódico o discontinuo: Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.
- Impacto continuo: Presenta una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.

**Por el momento en que se manifiesta las consecuencias del impacto:**

- Impacto latente (corto, medio y largo plazo): Su efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoque, como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a la acumulación y/o su sinergia, implica que el límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión. La incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, que se conoce como impacto a corto plazo; antes de cinco años, que se conoce como impacto a medio plazo; o en un periodo superior que se denominará impacto a largo plazo.
- Impacto de momento crítico: Aquél en que el momento en que se origina la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación del impacto.
- Impacto inmediato: Se define como aquél en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación del impacto es nulo.

**Por el reforzamiento de dos o más efectos:**

- Impacto sin sinergismo o simple: Se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modelo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la acumulación ni en la de su sinergia.
- Impacto sinérgico: Es el que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Adicionalmente se incluyen aquellos impactos que al paso del tiempo ocasionan la aparición de otros nuevos. Un efecto puede ser moderadamente o altamente sinérgico de acuerdo a esta interrelación.

**Por la posibilidad de la reconstrucción parcial o total del factor afectado por medio de la intervención humana:**

- Impacto recuperable: Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, es decir que es el impacto en que la alteración que supone puede ser restituida. Dicha recuperación puede ser de manera inmediata, a medio o largo plazo.
- Impacto mitigable: Efecto en que la alteración puede disminuirse de una manera sostenible, mediante establecimiento de medidas correctivas.
- Impacto irrecuperable: impacto que considera que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, ya sea por acción natural o por la acción humana.

**Por la intensidad o grado de destrucción del medio:**

- Impacto total: Se define como aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación o destrucción total del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.
- Impacto notable o muy alto: Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que produzca el efecto.
- Impacto Medio y alto: Aquellos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del Medio Ambiente o alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores y la afectación mínima.
- Impacto mínimo o bajo: Su efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

**Por la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental dado:**

- Impacto ambiental compatible o irrelevante: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras. Tratándose de impactos benéficos, son los que se presentan de manera inmediata a la actividad que los origina, siendo muy significativos.
- Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere de cierto tiempo. Tratándose de impactos benéficos, son los que se presentan cierto tiempo después de realizada la obra o actividad y son poco significativos.
- Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

- Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con el se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

### V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Para poder identificar predecir y evaluar los impactos que generará la construcción de la planta potabilizadora, se aplicaron distintos métodos, como son los procedimientos pragmáticos (Ad Hoc), matrices y listados, resultando un procedimiento adaptativo.

A partir del conocimiento del proyecto, las acciones que se ejecutarán en las diferentes etapas, los equipos y materiales a utilizar, la concentración de personal, entre otros, se procedió a relacionarlos con los factores ambientales que determinarán el efecto de las acciones a ejecutar sobre ellos.

Se formuló una matriz de identificación de impactos, utilizando una técnica de listado simple, incluyendo doce categorías ambientales con un total de 67 parámetros propuestos, en la cual se procedió a identificar la existencia o la ausencia de impacto, tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción, como para las etapas de operación y mantenimiento.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, se llevo a cabo la evaluación cualitativa del proyecto, a partir de ésta se procedió a la valoración cuantitativa de los impactos detectados en base el método expuesto por Vicente Conesa, quien propone que los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once características del efecto producido por la acción sobre el factor considerado. Estas once características se señalan en la tabla IV.2.

## V.2 Evaluación Cualitativa de Impactos Generados

A partir de la metodología antes señalada se puede concluir que para la etapa de preparación del sitio y construcción, de acuerdo a lo señalado en la tabla IV.3, el resultado ascendió 46 impactos detectados, de los cuales 41 impactos son adversos, 5 impactos positivos y 21 parámetros sin impacto aparente

En las etapas de operación y mantenimiento, como se puede apreciar en la tabla IV.4., se identificaron 34 parámetros con impacto, 20 impactos adversos y 14 impactos positivos.

Como se puede observar los impactos negativos que ocurren en las etapas de preparación del sitio y construcción, en la mayoría son de carácter operacional por lo que deberán de tomarse en cuenta para evitar deteriorar el ambiente.

En cuanto a los impactos detectados en la operación se pueden minimizar si se lleva a cabo una buena gestión de residuos sólidos y líquidos.

**TABLA V.2 IMPORTANCIA DEL IMPACTO**

NATURALEZA		INTENSIDAD (i) (Grado de Destrucción)	
- Impacto beneficioso	+ -	- Baja	1
- Impacto perjudicial	-	- Media	2
- Efectos cambiantes	x	- Alta	4
		- Muy alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
- Puntual	1	- Largo plazo (más de 5 años)	1
- Parcial	2	- Medio plazo ( de 1 a 5 años)	2
- Extenso	4	- Inmediato (menos de 1 año)	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz (menos de 1 año)	1	- Corto plazo	1
- Temporal (de 1 a 10 años)	2	- Medio plazo	2
- Permanente (más de 10 años)	4	- Irreversible	4
SINERGIA (S) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto (secundario)	1	- Irregular o discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medio humano)		IMPORTANCIA (I)	
		$I = \pm 3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC$	
- Recuperable de manera inmediata	1	- Irrelevante	<25
- Recuperable a mediano plazo	2	- Moderado	25-50
- Mitigable o compensable	4	- Severo	50-75
- Irrecuperable	8	- Crítico	>75

**TABLA V.3 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.**



**TABLA V.4 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LAS ETAPAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**



Una vez identificados los impactos susceptibles de ocurrir se procederá a su caracterización.

## A. Edafología

1. Eliminación de la capa de suelo: Durante la etapa de preparación del sitio se eliminará la capa de suelo en una superficie total de 4.39 ha. Se trata de un impacto negativo y localizado pero irrecuperable. En la construcción de las capas que conforman la sección estructural del pavimento para la vialidad, desde la cimentación o cuerpo del terraplén, terracerías, subrasante, subbase, base y hasta la capa de rodamiento. Así mismo, se contemplan los efectos de los bancos para utilización en labores de conservación de las carreteras.

Es importante entender que la relación vegetación y suelo es tan estrecha que al momento de remover la cobertura vegetal, se ocasionaran modificaciones al suelo y consecuentemente se deberán empezar aplicar las medidas de corrección pertinentes.

2. Procesos erosivos: El tipo de suelo predominante en la zona de estudio es el Ranker que se presenta en la falda del cerro y en la loma de Santa María Luvisol Ortico y Cambisol distrito los cuales son suelos susceptibles a la erosión, máxime que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se realizarán despalmes, cortes y excavaciones.

La mayor afectación en este componente se da al momento de perder la cobertura vegetal que lo arropa, encontrándose expuesto a otros factores del medio que lo van modificando, como lo es el agua y el viento principalmente.

3. Movimiento de tierras: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción existirá un impacto negativo en los bancos de materiales propuestos para abastecimiento de material adecuado para la obra.

Los cortes y excavaciones para la construcción de la vialidad provocarán de manera directa la pérdida de suelo potencialmente forestal y también se modificará el patrón de escorrentía e infiltración existente, dado esto por la eliminación de material y sustitución de otro con propiedades diferentes con diferente capacidad de absorción e infiltración.

En los cortes quedará comprendida y definida como excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural; en ampliación y abatimiento de taludes; en rebajes en la corona de cortes y en terraplenes, con el objeto de preparar la sección de la obra de acuerdo al proyecto.

El producto de la excavación del túnel será enviado a los sitios de tiros propuestos de tiro ubicados sobre la Av. Montaña Monarca a aproximadamente 500 m de distancia de los portales superiores del Túnel, en donde el material será utilizado para relleno y nivelación.

Los vestigios de las excavaciones podrán afectar zonas contiguas sobre todo en los portales del túnel en la intersección con la vialidad hacia la barranca existente en la Loma de Santa María.

4. Estabilidad: Durante la preparación del sitio y construcción la estabilidad del suelo se verá amenazada al realizar excavaciones y cortes que modifiquen los ángulos de reposo de los materiales.

Podrá haber desprendimientos de material que afecten zonas bajas, los cuales podrán llegar a afectar a la población asentada en las colonias adyacentes sobre todo en aquellos tramos que estén más cercanos con la obra.

La vulnerabilidad y la morfología de la ladera están relacionadas con tres aspectos fundamentales con eventos sísmicos, efectos gravitacionales y eventos climáticos.

5. Calidad del suelo: Existe la posibilidad de contaminar el suelo por defecación al aire libre y por una disposición inadecuada de residuos sólidos, tanto municipales como los inherentes a la propia construcción. El impacto será temporal.

Las áreas que alberguen el equipo y maquinaria de construcción estarán sujetas a un impacto negativo hacia el suelo ya que éste podrá resultar contaminado por el efecto de fugas de combustibles y lubricantes del propio equipo e incluso por derrames accidentales de materiales.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción y operación puede ocurrir la existencia de accidentes que involucren materiales peligrosos o derrames de hidrocarburos que puedan contaminar el suelo, así como una gestión inadecuada de residuos sólidos por parte del personal involucrado en la obra y de los usuarios de la vialidad y el túnel.

Los sitios que recibirán el producto de la excavación, así como los terrenos que servirán para almacenamiento temporal de material serán impactados adversamente.

## **B. Uso del suelo**

1. Espacio abierto: La construcción del proyecto afectará al espacio abierto, ya que provocará la separación y ruptura del territorio, ya que la propia vialidad delimitará las dos zonas aledañas entre la ciudad y la loma de Santa María, este efecto se percibirá desde la preparación del sitio y construcción, como en la operación de la vialidad.
2. Recreativo: La zona por donde pasará la vialidad no tiene ningún valor recreativo.
3. Agrícola: Sin impacto aparente.
4. Forestal: El sitio en estudio no cuenta con uso forestal, sin embargo se trata de una reserva ecológica con características propias de Bosque de Encino sobre todo en la

parte alta de la ladera de la Loma de Santa María donde se encuentra mejor conservado dicho bosque ya que la parte baja se puede encontrar en su mayoría vegetación introducida principalmente de eucaliptos y casuarinas.

Aunque el sitio por donde se ejecutará la obra, actualmente se encuentra perturbada en algunos tramos, en otros sectores se encuentran áreas en las que todavía existe vegetación nativa de Bosque de Encino con alto grado de alteración por ejemplo:

- Del cadenamiento 0+000 al 0+200 se encuentra una pequeña plantación de eucaliptos, casuarinas y fresnos.
- Del 0+200 al 0+580 Se encuentran encinos y matorral compuesto por arbustos y hierbas.
- Del 0+580 al 1+040 Bosque de Encino poco denso con elementos de acacias.

A continuación se señala la afectación de especies arbóreas y arbustivas que serán afectadas en la construcción de la vialidad:

- Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
- Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
- Volumen de los árboles mayores a 10 cm= 153 m<sup>3</sup>
- Número de especies arbóreas encontradas= 28
- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
- Número total de especies encontradas en el trazo= 51
- Número total de árboles inventariados= 2,155

En la etapa de operación podrá verse amenazado el uso de suelo forestal del sitio si se permite el crecimiento urbano hacia la zona del proyecto.

Se tiene prevista la recuperación de zonas desprovistas de vegetación en la loma de Santa María por medio de la reforestación con especies nativas para seguir conservando este sitio como forestal.

5. Habitacional: La vialidad puede fomentar el desarrollo de corredores, facilita que a sus orillas puedan surgir nuevos núcleos poblacionales y hay que recordar que la Loma de Santa María actualmente presenta gran presión por el crecimiento de la mancha urbana de Morelia.

Es importante mencionar que los fraccionamientos Ejidal Santa María y Condagua están cercanos al área de proyecto de la vialidad donde podrían existir accidentes de construcción como desprendimientos de material siendo este impacto de carácter temporal.

6. Comercial: Sin impacto aparente.
7. Industrial: Sin impacto aparente.

### C. Recursos hidráulicos

1. Alteración en la infiltración natural: Al compactar el área donde se alojará la vialidad se evitará la infiltración natural del terreno, máxime que la carpeta de concreto es impermeable.

Las excavaciones y revestimientos provocarán la pérdida de las propiedades permeables del terreno. Otras acciones implican además la interrupción y/o desviación temporal de cauces, ocasionados por el movimiento de materiales y por el emplazamiento de maquinaria y equipo.

El área donde se aplicarán las terracerías y la carpeta de concreto que no tiene la capacidad de absorber y dejar pasar el agua superficial, perdiéndose en pequeña proporción la alimentación a los cauces subterráneos de la zona.

La construcción del proyecto provocará la variación del régimen hidrológico del lugar, es decir, la posición del agua dentro de las rocas, su dirección, velocidad de movimiento y provocará variaciones en el tiempo.

Al instalar las obras de drenaje, se modifica la red hidrológica natural, debido a que las corrientes que confluyen al sitio donde se construye la obra modifican la dirección de su cauce, por lo que se identifica como un impacto adverso permanente.

Los taludes y paredes del túnel estarán sometidos a presiones hidrostáticas.

2. Alteración en la calidad del agua: Existe la posibilidad de contaminar las corrientes superficiales, el suelo y con ello posiblemente el agua subterránea, por una gestión inadecuada en el manejo de insumos, combustibles y residuos la inadecuada disposición de residuos, por la práctica de defecación al aire libre, así como por las actividades propias de la construcción como son el despalme, movimiento de tierras, gases de combustión, polvos etc. Estos impactos serán locales y de carácter temporal.

Los principales parámetros que pueden modificarse de la calidad del agua son los sólidos disueltos y en suspensión y los nutrientes ocasionados por los movimientos de tierra, así como las grasas e hidrocarburos por vertidos accidentales en las áreas de utilización de maquinaria, almacenes y manejo de aceites y combustibles.

Durante la etapa de operación los principales contaminantes son los derivados de la deposición de las emisiones atmosféricas, principalmente partículas y plomo, y los de conservación del revestimiento del túnel, también en esta fase pueden presentarse derrames de aceites, grasas y combustibles de los vehículos que transitan por la vialidad las cuales se incorporarán al agua de lluvia al seguir el curso de la pendiente o al transportarse por las cunetas, pudiendo por este medio invadir las corrientes cercanas. A excepción de un accidente mayor que involucre la volcadura y fuga de un camión transportista de estas sustancias, los volúmenes de este tipo de contaminante son reducidos.

3. Drenaje Superficial: Los cortes que se realizan para la construcción de la vialidad tienden a interrumpir el patrón de drenaje superficial.

El área que se encuentre en una altura por debajo del terraplén de la vialidad no recibirá el agua superficial proveniente de aguas arriba ya que debido a las obras de drenaje de la vialidad ésta será conducida hacia sitios puntuales.

4. Alteración en la recarga del acuífero: Al modificar la estructura original del suelo, se provoca la disminución de la velocidad de infiltración del agua de lluvia e incluso puede desviarse o quedar retenida sin poder llegar al subsuelo, incrementándose el escurrimiento local, lo que provoca que se vea disminuida la recarga vertical a los acuíferos.

#### **D. Calidad del aire**

1. Óxidos (azufre, carbono, nitrógeno): Las fuentes principales de contaminación del aire causadas por motores de combustión proceden de los gases de escape (100% de CO, NO, compuestos de plomo y partículas, 55% HC), pérdidas por evaporación del depósito de combustible y del carburador (20% de HC), pérdidas del cárter del cigüeñal (25% HC), polvo de las ruedas (caucho), forro o guarnición del freno y discos del embrague (amianto).

Con la remoción de la vegetación se sabe que existe una disminución de la calidad atmosférica, por lo que será necesario llevar a cabo el programa de reforestación para recuperar los ejemplares removidos con motivo de la obra, los cuales tendrán la función de mantener un mejor equilibrio ambiental purificando el aire de la zona.

Al perforar el túnel y al limpiar la estructura del túnel se generan arenas las cuales a exposiciones continuas y sin protección personal, pueden producir en los trabajadores enfermedades pulmonares.

2. Partículas suspendidas totales: En la etapa de construcción la calidad del aire se verá alterada de una manera adversa y directa, por polvos y partículas suspendidas en el aire, debido al movimiento de tierras, el transporte de materiales, a las obras propias de la construcción.

Las emisiones de polvo, ruido y vibraciones, así como su dispersión limitada serán importantes, pero el impacto será de carácter temporal y local. Este impacto implica ruido, lanzamiento de material, vibración y el golpe del viento producido por el uso de explosivos durante la construcción del túnel piloto, que a pesar de ser de corta duración pueden provocar daños significativos sobre las estructuras y construcciones aledañas.

Durante la operación, al tener una vialidad con capacidad suficiente y diseño geométrico adecuado, al evitar los congestionamientos existentes para subir a la tenencia de Santa María y Jesus del Monte, es de esperarse que se abatan la

generación de contaminantes al disminuirse los congestionamientos derivados de los vehículos automotores.

Debido a la circulación de los vehículos dentro del túnel, se deberá tener cuidado de la calidad del aire dentro del túnel, de la visibilidad y del estado acústico natural, ya que al ser un tramo cerrado se propicia la acumulación de contaminantes tales como bióxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos.

3. Químicos: El método constructivo del túnel piloto se desarrollará por medio de un método tradicional que incluye barrenación y explosivos. En caso de no darles un manejo adecuado a éstos últimos, se incrementará la probabilidad de ocurrencia de un accidente.
4. Olores: Los olores generados serán debidos a los equipos de construcción, por un mantenimiento inadecuado de letrinas o por un almacenamiento prolongado de residuos.
5. Gases. Los gases que se generarán, será por motores de combustión que proceden de los gases de escape (100% de CO, NO, compuestos de plomo y partículas, 55% HC), en las etapas de preparación del sitio y construcción por el equipo y maquinaria utilizados, en la etapa de operación por los vehículos que transiten en la vialidad y en la de mantenimiento por el equipo que sea utilizado.

Durante el periodo de preparación del sitio y construcción del proyecto, habrá una mayor actividad de maquinaria, equipo móvil que producirá emisión de gases contaminantes, polvos y ruidos a la atmósfera, que vendrán a reducir la calidad del aire y el estado acústico natural de la zona.

También durante los trabajos de exploración del túnel se utilizará, maquinaria y transporte de grandes dimensiones, en las que existirá una emisión de ruido y contaminación atmosférica importante, siendo puntual, directa y temporal.

Durante la operación de la vialidad la contaminación atmosférica a causa de los vehículos que transiten disminuirá, ya que se pretende que el usuario mantenga una velocidad constante evitando el acelere y desacelere de su vehículo lo cual es una de las principales causa de contaminación atmosférica.

Durante la operación, en el tramo de túnel, se identifican impactos adversos en la calidad del aire, la visibilidad y el estado acústico natural, debido a la circulación de los vehículos dentro del túnel, ya que propicia la acumulación de contaminantes tales como bióxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos.

## E. Clima

1. Microclima: Al eliminar la cubierta vegetal, así como la masa forestal requerida para albergar el proyecto, el microclima cambiará ya que existirán menos zonas de albedo incrementando la temperatura y disminuyendo la humedad del sitio.

Con el tendido de la carpeta de rodamiento de la vialidad, se reflejará en ésta la irradiación solar, provocando alteraciones al microclima, ya que se incrementará la temperatura de manera local.

2. Temperatura: Como se ha mencionado en el inciso anterior al eliminar la masa forestal en las zonas afectadas se eliminarán zonas de albedo, incrementando la temperatura de dichas zonas al estar expuestas a los rayos del sol.

Durante la operación de la vialidad al ser un camino revestido, la carpeta de rodamiento reflejará el calor aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad, con respecto a las zonas aledañas.

3. Humedad Relativa: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción al eliminar la vegetación existente existirá una variación en la humedad del ambiente y del suelo. Durante la operación la humedad de la zona adyacente a la vialidad será menor que en las zonas aledañas.
4. Dirección de vientos: Sin impacto aparente.
5. Intemperismos: Los intemperismos severos como precipitaciones, granizadas y heladas, provocarán en algunas ocasiones, retrasos en la construcción, modificando las condiciones de planeación de la obra. Estos eventos constituyen un riesgo durante la etapa de construcción, tanto al realizar excavaciones ya que existe el riesgo de inundaciones, como en los cortes con riesgo de deslaves. Adicionalmente las precipitaciones severas ocasionan el arrastre de material, sedimento y basuras, tanto a la zona de la obra como hacia las partes más bajas. El estancamiento del agua en las excavaciones y zonas bajas, los convierte en zonas insalubres facilitando el desarrollo de fauna nociva y plagas.

El intemperismo actúa sobre las rocas disminuyendo su resistencia mecánica; se produce una zona de descompresión que crea nuevas fracturas, o bien agranda las ya existentes, o las rellena con materiales perjudiciales.

Durante la operación, cabe mencionar que al tener una vialidad con un mejor desarrollo geométrico se vuelve un camino mucho más seguro por lo que con la ocurrencia de precipitaciones severas, granizadas o heladas, el riesgo a accidentes se abate.

## **F. Servicios municipales**

1. Escuelas: Sin impacto aparente
2. Policía: La vialidad deberá quedar incluida dentro del radio de acción de los elementos de policía y tránsito, quien regularan la seguridad de la misma.
3. Protección contra incendios: La vialidad deberá quedar incluida dentro del radio de acción de los elementos de respuesta en caso de emergencias, sobre todo el túnel,

ya que al ser un lugar cerrado y con accesos puntuales, un accidente puede complicarse y adquirir matices mayores.

4. Sistema de abastecimiento de agua. Como sistema de abastecimiento de agua no se verá afectado. Para la construcción de la vialidad la dotación se llevará a cabo por medio de pipas

La vialidad cruzará el canal de San Miguel que conduce agua hacia la planta potabilizadora de Santa María, así como algunas mangueras que conducen agua potable hacia la población.

5. Sistema de alcantarillado: La red de alcantarillado municipal podrá verse impactado adversamente al incorporar en él las aguas pluviales conducidas por el drenaje pluvial y escurrimiento superficial de la vialidad y provocar su saturación y con ello la inundación de las zonas bajas.
6. Sistema de manejo de residuos sólidos: Se afectará el basurero municipal ya que se incrementará el volumen de residuos que alojará debido a las acciones inherentes a la construcción de la vialidad. En cuanto a su recolección de residuos sólidos el sistema municipal no se verá afectado.

Los residuos generados durante la etapa de operación provienen de los usuarios quienes los arrojan durante los traslados. Asimismo, pueden llegar a generarse durante las actividades de mantenimiento de la vialidad y del túnel.

7. Sistema de electrificación: En las etapas de preparación del sitio y construcción la generación eléctrica requerida podrá ser dotada por plantas generadoras de combustión interna. Sin embargo para la operación del minero continuo para la perforación del túnel se requerirá la construcción de la infraestructura eléctrica necesaria y de una subestación eléctrica temporal. Asimismo, al inicio de la vialidad panorámica en la calle de Sansón Flores, se requerirá la reubicación de postes de energía eléctrica, que obstruyen el desarrollo de las obras.
8. Alumbrado: El proyecto ejecutivo de la obra contempla la colocación de alumbrado público. En los accesos y salidas de los túneles deberá considerarse el posible efecto de deslumbramiento del conductor del vehículo.

## **G. Medio biológico**

### **1. Flora**

- Pérdidas de especies nativas: El volumen estimado en las áreas arboladas afectadas por la construcción de la vialidad es de 153 m<sup>3</sup>. A continuación se señala la afectación de especies arbóreas y arbustivas que serán afectadas en la construcción de la vialidad:
  - Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
  - Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
  - Volumen de los árboles mayores a 10 cm= 153 m<sup>3</sup>
  - Número de especies arbóreas encontradas= 28

- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
  - Número total de especies encontradas en el trazo= 51
  - Número total de árboles inventariados= 2,155
- Especies en status: Ninguna especie incluida en la norma NOM-059-SEMARNAT-2001 será afectada por el trazo de la vialidad.
  - Daño a vegetación existente: Se tendrá que afectar la vegetación que se encuentra dentro del trazo de la vialidad, así como en el área que ocupara el distribuidor vial en la intersección con Av. Tecnológico.

Existe la posibilidad de afectar al resto de la vegetación existente innecesariamente, por descuido en los trabajos de construcción, tanto por el movimiento de equipo, como por el personal involucrado. Se deben de extremar las precauciones y no arrojar desechos a las barrancas, ya que el rodado de cascajo puede dañar extensiones considerables de la vegetación cañada abajo y el azolve de las corrientes superficiales.

#### Número y especies de árboles afectados en el trazo de la vialidad

- 3	<i>Pinus montezumae</i> , (Pino)	1 es mayor de 10 cm.
- 5	<i>Pinus ayacahuite</i> , (Pino)	todos menores a 10 cm.
- 369	<i>Eucalyptos camaldulensis</i> , (Eucalipto)	243 son mayores a 10cm
- 27	<i>Eucalyptos bothryoides</i> , (Eucalipto)	todos mayores a 10 cm.
- 21	<i>Cupressus lindleyi</i> , (Cedro)	11 mayores de 10 cm.
- 44	<i>Casuarina equisetifolia</i> , (Casuarina)	18 mayores de 10 cm.
- 159	<i>Quercus castanea</i> , (Encino)	101 mayores de 10 cm.
- 251	<i>Quercus obtusata</i> , (Encino)	192 mayores de 10 cm.
- 140	<i>Quercus deserticola</i> , (Encino)	24 mayores de 10 cm.
- 2	<i>Quercus rugosa</i> , (Encino)	mayores de 10 cm.
- 70	<i>Fraxinus uhdei</i> , (Fresno)	20 mayores de 10 cm.
- 16	<i>Schinus molle</i> , (Pirul)	14 mayores de 10 cm.
- 15	<i>Jacaranda mimosaefolia</i> , (Jacaranda)	7 mayores de 10 cm.
- 7	<i>Eriobothrya japonica</i> , (Nispero)	3 mayores de 10 cm.
- 2	<i>Junglans regia</i> , (Nogal)	todos mayores a 10 cm.
- 7	<i>Gravillea robusta</i> , (Árbol de ceda)	1 mayor de 10 cm.
- 97	<i>Eysendhartia polystachya</i> , (Palo dulce)	8 mayores de 10 cm.
- 1	<i>Bauhinia variegata</i> , (Pata de venado)	mayor de 10 cm.
- 1	<i>Casimiroa edulis</i> , (Zapote blanco)	mayor de 10 cm.
- 275	<i>Acacia farnesiana</i> , (Huizache)	15 mayores de 10 cm.
- 201	<i>Acacia pennatula</i> , (Tepame)	62 mayores de 10 cm.
- 9	<i>Acacia angustissima</i> ,	todos menores de 10 cm.
- 44	<i>Acnitus arborescens</i> , (Tepozam)	34 mayores de 10 cm.
- 29	<i>Arbutus xalapensis</i> , (Madroño)	todos mayores de 10 cm.
- 180	<i>Condalia velutina</i> , (Granjeno)	2 mayores de 10 cm.

- 13	<i>Ehretia latifolia</i> , (Capulin blanco)	11 mayores de 10 cm.
- 37	<i>Forestiera phyllirioides</i> , (Acebuches)	7 mayores de 10 cm.
- 2	<i>Celtis caudata</i> , (Celtis)	mayores de 10 cm.
- 116	<i>Opuntia sp.</i> , (Nopal)	90 mayores de 10 cm.
- 3	<i>Manihot sp.</i>	todos menores de 10 cm.
- 4	<i>Crataegus mexicana</i> ,	todos menores de 10 cm.
- 3	<i>Prunus persica</i> ,	todos menores de 10 cm.

Total de Individuos: 2,155

- Reforestación: Dentro del área afectar se eliminarán renuevos y especies adultas. Se contempla la plantación de nuevos árboles.

## 2. Fauna

- Nidificación: En la etapa de preparación del sitio y construcción, la nidificación tendrá un impacto negativo ya que se derribarán un total de 2,155 árboles que sirven de percha y nido para las aves.

En la etapa de operación y mantenimiento, la nidificación se verá impactada positivamente debido a la plantación de 18,000 árboles que se tiene contemplado realizar.

- Especies en status: Ninguna especie incluida en la norma NOM-059-SEMARNAT-2001 será afectada por el trazo de la vialidad.
- Pérdida de especies: El proyecto no contribuye con la pérdida de especies únicamente con individuos.
- Áreas de cría: Sin impacto aparente.
- Áreas de reproducción: Sin impacto aparente.
- Desplazamiento o efecto barrera: En la etapa de preparación del sitio y construcción a causa de las obras y de la concentración de personal, las especies faunísticas se desplazarán hacia otros alrededores que mantengan las mismas características que el sitio del proyecto en las que están acostumbrados a vivir.

Una vez que entre en operación la vialidad, ésta se convertirá en una barrera que imposibilitará el desplazamiento de las especies de un lado a otro de la vialidad.

## H. Gea

1. Estabilidad: Durante las excavaciones y cortes, la estabilidad de bloques puede verse afectada provocando deslizamientos y fallas provocadas por las propias obras de construcción.

Se prestará especial atención a la presencia de fallas o discontinuidades importantes, de ámbito regional o local, máxime que se tiene ubicada en la zona la falla de la Paloma.

Las excavaciones subterráneas destruyen el estado de equilibrio existente de los materiales alrededor del túnel y se establece un nuevo estado de esfuerzos.

Con el movimiento de tierras, los cortes, excavaciones se podrán tener bloques sueltos que puedan rodar hacia partes bajas e inclusive poner en riesgo las propiedades existentes en las partes bajas de la loma adyacentes al proyecto.

Asimismo, en el caso de la construcción de los túneles paralelos, se deberá analizar la incidencia de las vibraciones (causadas por voladuras, etc.) inducidas sobre cada uno durante la construcción del otro.

2. Erosionabilidad: Durante la preparación del sitio y construcción los taludes y cortes presentarán material que débilmente se adhieran a las paredes del terreno por lo que fácilmente podrán ser arrastrados por escorrentía, por acción del viento o por acción de su peso propio.

Los cortes realizados provocarán la intemperización de sus paredes a causa del viento y efectos meteorológicos.

3. Morfología: en este sentido el impacto es local y puntual, la afectación será sobre el trazo de la vialidad puesto que cambiará la morfología por las nivelaciones efectuadas, rellenos y cortes que se tendrán que realizar.
4. Relieve: En los sitios aledaños, los efectos generados podrían ser causados por los vestigios que puedan ser dejados por las obras de construcción.

Por estar el sitio en una zona sísmica se deben tomar las medidas pertinentes durante la construcción de la obra y así evitar alguna eventualidad no deseada ya que un sismo se trata de un riesgo natural impredecible.

## **I. Sistemas de transporte**

1. Automóviles: Con el proyecto los usuarios resultarán beneficiados ya que ahorrarán tiempo en el recorrido, ahorrarán en el funcionamiento de los vehículos ya que se gastará menos en combustible, frenos, mantenimiento, disminuirán accidentes, por lo tanto los costos y todo ello redundará en la comodidad del conductor.

Se tiene calculado un Tránsito Promedio Anual de 18,000 vehículos con una tasa de crecimiento anual de 4% y horizonte de proyecto a 25 años.

2. Autobuses, microbuses, taxis, colectivos: Por otro lado se verán beneficiados ya que se requerirá de su servicio para que el personal llegue al sitio de la obra.

Durante la operación, los usuarios resultarán beneficiados ya que ahorrarán tiempo en el recorrido, ahorrarán en el funcionamiento de los vehículos ya que se gastará menos en combustible, frenos, mantenimiento, disminuirán accidentes, por lo tanto los costos y todo ello redundará en la comodidad del conductor.

3. Camiones de carga: Se verán beneficiados con el proyecto puesto que se requerirá su contratación para el movimiento de materiales y de tierras. En caso de contratar vehículos en malas condiciones de operación, contaminarán al ambiente por emisiones a la atmósfera.
4. Conservación de vialidades: Los caminos de acceso existentes hacia el sitio de la obra se verán impactados por el deterioro que puede causar el paso de los vehículos que transporten material.

Durante la operación se debe garantizar el mantenimiento adecuado tanto de la vialidad como del túnel, favoreciendo la seguridad vial y la vida útil del proyecto.

5. Seguridad vial: Debido a la concentración de personal y de camiones de carga durante la construcción, es posible que la seguridad vial se vea amenazada, pudiendo existir accidentes, debido a la existencia continua de vehículos y a la concentración de personal.

Según las estadísticas, la siniestralidad en los tramos subterráneos de carretera es similar a la que se produce en los tramos a cielo abierto, aunque, entre los diversos tipos de túneles, los urbanos son los más peligrosos. La mayoría de estos incidentes cotidianos no terminan en tragedia, pero cuando se produce un accidente grave, sus consecuencias son más dramáticas dentro de un túnel. Las vías de escape son reducidas, la visibilidad es menor, hay mayor concentración de humos y gases tóxicos (monóxido de carbono, CO) y, en caso de incendio que es el incidente más grave, la combinación de humo, calor, pánico y reducidas vías de escape pueden provocar situaciones de daños mayores.

6. Tráfico: El tránsito de la zona se verá impactado durante las etapas de preparación del sitio y construcción debido a la concentración de personal para realizar los trabajos y a los camiones de carga que transportarán el material a ocupar para la construcción. Este impacto será más notable en los tramos de acceso a la vialidad.

En la actualidad se presentan problemas de congestionamiento vehicular y saturación de los accesos que unen a la ciudad de Morelia con la loma de Santa María, es de esperarse que a la par de la progresiva densificación de la zona, el problema vial sea cada vez mayor, de tal manera que el presente proyecto obedece a la necesidad de proporcionar a la población un acceso seguro, con un desarrollo geométrico adecuado, el cual no debe de ser considerado como una solución única ya que para satisfacer el equipamiento vial de esta zona de crecimiento acelerado debe de incorporarse un plan integral de vialidad que obedezca al equipamiento vial necesario.

En la etapa de operación, el tráfico correspondiente, se verá impactado benéficamente ya que el usuario recorrerá una vialidad segura, con un adecuado desarrollo geométrico, y diseñada para un Transito Promedio Anual de 18,000 vehículos con una tasa de crecimiento anual de 4% y horizonte de proyecto a 25 años. Permitiendo menores tiempos de recorrido. Se evitan conflictos por congestionamientos en las subidas existentes minimizando la contaminación atmosférica.

## J. Nivel de ruido y vibración

1. En el sitio: En la etapa de construcción existirá generación de ruido y se producirán vibraciones en el sitio de la obra debido al equipo de construcción utilizado. Estas acciones repercutirán en el sitio de la obra así como en los trabajadores involucrados. El impacto será localizado, temporal y moderado.

Las emisiones de polvo, ruido y vibraciones, así como su dispersión limitada serán importantes, pero el impacto será de carácter temporal y local. Este impacto implica ruido, lanzamiento de material, vibración y el golpe del viento producido por el uso de explosivos, que a pesar de ser de corta duración, si no se llevan medidas predatorias, pueden provocar daños en zonas aledañas.

En cuanto a la vibración, la construcción del túnel no sólo cambia los estados de esfuerzos en el interior del medio, sino que muchas veces cambia el propio medio; el empleo de explosivos suele reducir la resistencia de rocas y suelos duros en todo su entorno.

En la etapa de operación el ruido será menor debido a que el proyecto geométrico de la vialidad elimina pendientes fuertes y curvas pronunciadas, por lo que se evitará el acelere y desacelere de los vehículos lo que ocasiona una mayor contaminación acústica. Adicionalmente, debido al mantenimiento periódico de la carpeta asfáltica ésta estará en buen estado provocando menos vibraciones ocasionadas por el contacto de los neumáticos con el suelo.

Se identifica un impacto a los usuarios del túnel, debido al ruido que se produce dentro de él por el tránsito de automotores, el cual se considera permanente y con un número considerable de vehículos. El impacto hacia el usuario es temporal, dura los que se tarda en cruzar la totalidad del túnel.

2. Externo al sitio: Durante la construcción de la vialidad panorámica el ruido pudiera llegar afectar a población más cercana al sitio (del cadenamiento 400 al 700).

Durante los trabajos de exploración del túnel se utilizará, maquinaria y transporte de grandes dimensiones, en las que existirá emisión de ruido importante, siendo puntual y temporal.

Durante la operación de la vialidad el ruido a causa de los vehículos que transiten disminuirá, ya que se pretende que el usuario mantenga una velocidad constante evitando el acelerar y desacelerar de su vehículo lo cual es una de las principales causas de ruido.

En la etapa de operación en el tramo correspondiente al túnel, se supone un impacto no significativo debido a que el propio túnel es una barrera que no permite la dispersión del ruido hacia fuera.

En casos excepcionales, el ruido produce vibración y resonancia que puede provocar desprendimiento de piedras (por ejemplo, en cortes pronunciados).

## K. Estética

1. Paisaje: El paisaje se verá impactado en la etapa de construcción, debido a la presencia de personal, material y equipo de construcción, con carácter de impacto temporal.

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales: El primero, considera el paisaje total, e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplado a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos abióticos y bióticos. El segundo a considerar es el paisaje visual como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. O sea éste factor interesa como expresión espacial y visual de medio.

Para valorar la afectación del paisaje por la incorporación del proyecto, hay que considerar la visibilidad de la zona de estudio, de tal manera que la superficie que forma parte de la Loma de Santa María es posible observarla desde varios puntos de la ciudad de Morelia ya que evidentemente es una zona alta y una de las áreas verdes de la ciudad, lo que basa la calidad paisajística de la zona.

En cuanto a la calidad visual del entorno inmediato, cabe mencionar que dicha área presenta como contaminantes paisajísticos, sobre todo hacia las partes bajas, vegetación introducida, malezas, zonas deforestadas, problemas de erosión, sitios con basura, falta de mantenimiento del área y la cercanía de la mancha urbana de Morelia.

A partir de la metodología de Fines, quien utiliza una escala universal de valores absolutos (Va) para evaluar el paisaje se tiene que:

PAISAJE	VA
Espectacular	16 a 25
Peribio	8 a 16

tinguido	4 a 8
adable	2 a 4
gar	1 a 2
b	0 a 1

El valor se corrige de acuerdo a la cercanía con asentamientos humanos, vías de comunicación, el tráfico de éstas, a la población potencial de observadores, accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo.

Siendo las ecuaciones:

$$V_r = K V_a$$

$$K = 1.125 * [ P/d * A_c * S ]^{0.25}$$

Donde P = Función del tamaño de las poblaciones próximas (P = 9 por estar Morelia en un rango de 50000 a 1'000,000 de habitantes).

d = Función de la distancia media en Km a la población próxima (d = 1 por estar los asentamientos entre 0 -1 km de distancia).

A<sub>c</sub> = accesibilidad a los puntos de observación (Valor 4 por ser inmediato)

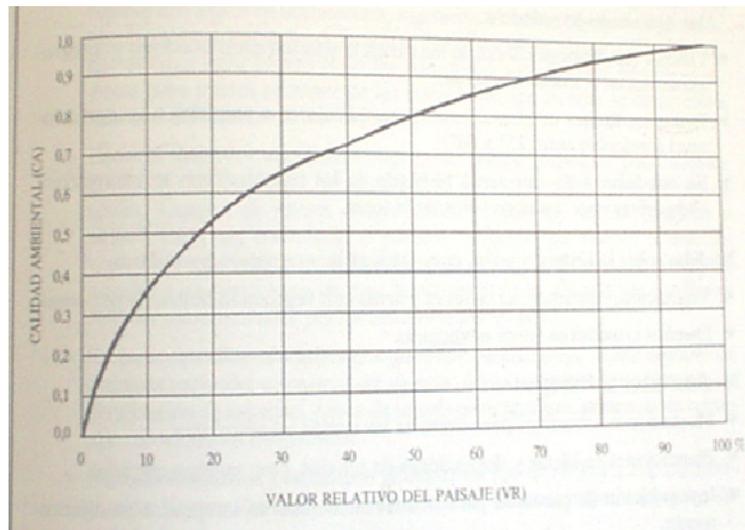
S = Superficie desde lo que es percibida la actuación (cuenca visual), en función de los puntos de observación (valor \$ por ser muy grande).

Sustituyendo en las ecuaciones anteriores, se tiene que:

$$k = 3.9$$

$$\text{por lo tanto } V_r = 15.59$$

Sustituyendo en la función de transformación se obtiene que el índice de calidad ambiental es de 0.45 por lo que el valor paisajístico actual esta por debajo de la media para considerarse como bueno, no presenta características excepcionales ni singulares.



Fuente: Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental, V. Conesa Fdez. – Vítora.

Al incorporar el proyecto el impacto será por intromisión del proyecto de la estructura vial, por las obras de ingeniería, el cambio del relieve, eliminación de vegetación.

Durante la operación de la vialidad existirá un impacto negativo por Intromisión visual del proyecto, tanto de la vialidad como de los portales de entrada y salida de los túneles, máxime que el proyecto se ubica dentro de una de las principales áreas verdes de la ciudad.

2. Estructuras: Desde la etapa de preparación del sitio aparecerán en el paisaje estructuras ajenas a las condiciones naturales existentes afectándolo.

Durante la operación de la vialidad habrá intromisión visual por el cuerpo de la vialidad y de los portales de entrada y salida de los túneles.

#### **L. Estructura de la comunidad**

1. Reubicación: Sin impacto aparente.
2. Movilidad: A pesar de que se contempla la utilización de mano de obra de la región, la compañía constructora asignada, traerá a su propio personal de confianza hacia el sitio del trabajo lo que provocará la movilidad de dicho personal. En la etapa de construcción la movilidad se verá impactada benéficamente ya que la vialidad al acortar distancias, disminuir tiempos y con mayor seguridad facilitará el desplazamiento de los usuarios.
3. Infraestructura y servicios: Desde el inicio de los trabajos de construcción, la ciudad de Morelia y las tenencias de Santa María y Jesús del Monte, se verán beneficiados por la derrama económica que ocasionará el proyecto, y por los servicios y materiales que serán demandados para la construcción de la obra.

Durante la operación la vialidad pasará a ser parte de la infraestructura vial del municipio ofreciendo un servicio a la ciudadanía.

4. Recreación: No se tiene registrado ningún tipo de impacto en este rubro, ya que la vialidad no afecta ninguna estructura para este fin.
5. Empleo: La economía regional se verá beneficiada por la obra ya que generará fuentes de trabajo lo que representa un ingreso para el mantenimiento de la actividad económica de la región.

Se requiere de mano de obra local para que los túneles puedan operar (específicamente mantenimiento), lo que también contribuye a la economía local y que se identifica como impacto benéfico.

6. Economía local: La economía regional se verá beneficiada por la obra ya que generará fuentes de trabajo lo que representa un ingreso para el mantenimiento de la actividad económica de la región.

La obra repercutirá directa y favorablemente en el comercio regional por la compra de los materiales requeridos para la construcción de la obra.

Podrá surgir comercio informal (comida, bebidas, etc.) para satisfacer la demanda de los trabajadores involucrados en la obra principalmente en el acceso de la obra.

7. Salud poblacional: Los habitantes aledaños a la obra podrán verse afectados en las etapas de preparación del sitio y construcción por las actividades propias de la construcción, a la generación de polvos, ruido, y posible entorpecimiento del tránsito local.

Es importante señalar que en la preparación del sitio y construcción del tramo de la vialidad cercano al cadenamiento 400 al 700 se corre el riesgo de deslizamientos de material o rocas, ya que la zona habitacional en este tramo se encuentra muy cercana a la obra.

Durante la operación se deberá garantizar que el sistema de ventilación dentro del túnel es adecuado para evitar la concentración de gases que puedan poner en riesgo la salud de los usuarios.

8. Salud de los trabajadores: La salud de los trabajadores puede verse amenazada en las etapas de construcción por riesgos de trabajo intrínsecos a la obra.

También podrá verse amenazada por la falta de higiene adecuada, así como por consumo de alimentos contaminados y por beber agua de calidad no apta para su consumo.

En el túnel es un lugar de trabajo encerrado en el que existe un mínimo de condiciones ambientales que garanticen la salud y la seguridad del personal que en él labora.

Al perforar el túnel y al limpiar la estructura del túnel se generan arenas las cuales a exposiciones continuas y sin protección personal, pueden producir en los trabajadores enfermedades pulmonares.

9. Valor del suelo: El valor del suelo se verá incrementado al tener un mejor acceso hacia la zona de Santa María. Es indispensable que el ayuntamiento prohíba terminantemente asentamientos de cualquier índole a lo largo de la vialidad que puedan poner en riesgo el área protegida.
10. Calidad de vida: Durante la preparación del sitio y construcción podrán manifestarse alteraciones causadas a los residentes que viven en el acceso de la obra de la vialidad y a otros usuarios de las mismas a causa de las partículas suspendidas por el movimiento de tierras y acarreo de materiales, tráfico, etc.

### **V.3 Evaluación Cuantitativa de los Impactos Generados**

Una vez que se caracterizaron los impactos se procedió a su evaluación de acuerdo a la metodología mencionada en el inciso V.1. dicha evaluación cuantitativa se reporta en las Tablas V.3 y V.4 respectivamente, dando origen a la evaluación numérica que en ellas aparece.

A partir de la metodología antes señalada se puede concluir que para la etapa de preparación del sitio y construcción, de acuerdo a lo señalado en la tabla IV.3, el resultado ascendió 46 impactos detectados, de los cuales 41 impactos son adversos, 5 impactos positivos y 21 parámetros sin impacto aparente

De los 41 impactos negativos, 4 son de importancia irrelevante, 32 son de importancia moderada, y 5 severos; entre los impactos severos se encuentra el movimiento de tierras la estabilidad edafológica, geológica del sitio, daño a vegetación existente y al paisaje. Los 6 impactos restantes son positivos de importancia moderada.

En las etapas de operación y mantenimiento, como se puede apreciar en la tabla IV.4., se identificaron 34 parámetros con impacto, 20 impactos adversos 2 irrelevantes 14 son de importancia moderada, 4 de importancia severa entre ellos forestal, estabilidad, valor del suelo y paisaje, los 14 impactos positivos son 10 impactos moderados y 4 severos, dentro de estos impactos están los automóviles, taxis y microbuses, seguridad vial y tráfico.

A continuación se incluye una tabla resumen con los impactos mencionados.

Este proyecto es una alternativa de solución que forma parte de un “Plan Integral de Vialidades” ubicado en la parte sur de esta ciudad, ya que actualmente los tres accesos

existentes a Santa María se encuentran saturados a causa del crecimiento acelerado de la zona y de que estos accesos no fueron planeados para ser vialidades primarias para satisfacer las demandas actuales de servicio y mucho menos al crecimiento a futuro esperado que se tiene para esta zona de la ciudad.

En los tres accesos existentes se presenta un bajo nivel de servicio, con una obvia falta de capacidad para el flujo vial actual sobre todo en las horas pico, presentan un desarrollo geométrico inadecuado con pendientes pronunciadas, curvas cerradas y carriles angostos, carpetas de rodamiento en malas condiciones, todo esto favorece a los accidentes de tránsito debido a las malas condiciones y falta de planeación que presentan dichas subidas, aunado a la irresponsabilidad de algunos usuarios que utilizan estos accesos como “vías rápidas”.

Las tenencias de Santa María y Jesús del Monte, han presentado un proceso acelerado de urbanización, han incrementando la densidad poblacional del sitio y el creciente desarrollo de equipamiento urbano como es el caso de Escuelas, Universidades, desarrollos comerciales y habitacionales, situación que se espera sea mucho mayor en los próximos años, por lo que el proyecto beneficiará indudablemente a la población que tiene que usar los accesos antes mencionados.

Con el proyecto existirá reducción en los tiempos de traslado al tener una vialidad alterna con mayor capacidad y adecuado proyecto geométrico para acceder a Santa María, el proyecto contribuirá a descongestionar las subidas actuales, y con ello disminuirá las emisiones a la atmósfera y contaminación acústica por el congestionamiento vial que se da en ellas. Disminuirá el desgaste de los frenos de los vehículos que transitan por ella así como el consumo de gasolina. Al no tener el usuario que estar inmerso en una vialidad saturada también provocará una disminución en el stress del usuario y con ello se abatirán accidentes ya que aunado a que la vialidad nueva cuenta con un desarrollo geométrico adecuado, planeada y segura, otra causa de accidentes es la imprudencia o distracción del usuario, situación que se incrementa cuando existen congestionamientos viales.

Es de esperarse que adicionalmente se tendrá un impacto benéfico para los habitantes que se encuentran asentados en los accesos actuales ya que al disminuir el tránsito vial disminuirán los congestionamientos viales de los accesos, así como el conflicto en horas pico para entrar y salir de sus casas, disminución de ruido y contaminación y con ello se recuperará en algo la seguridad vial de la zona.

Otro punto importante del proyecto es que esta infraestructura vial se pretende construir con la tecnología de la más alta calidad, enfatizando nuevamente la protección ambiental y social e inserción al entorno como obra de comunicación que genere empleos, por su apertura y motivación a las inversiones comerciales, industria de la construcción y turismo.

**TABLA V.5 RESUMEN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN**

**MATRIZ DE EVALUACIÓN ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN**

CATEGORÍAS AMBIENTALES	NAT		EVALUACION					AUSENCIA DE IMPACTOS
	BENEFICO	ADVERSO	CUALITATIVA	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	
	+	-						
<b>A. EDAFOLOGIA</b>								
1. Eliminación de la capa del suelo	-	-	37	X				
2. Procesos erosivos	-	-	29	X				
3. Movimiento de tierras	-	-	52		X			
4. Estabilidad	-	-	52		X			
5. Calidad del suelo	-	-	36	X				
<b>B. USO DEL SUELO</b>								
1. Espacio abierto	-	-	40	X				
4. Forestal	-	-	43	X				
<b>C. RECURSOS HIDRAULICOS</b>								
1. Alteración en la infiltración natural	-	-	47	X				
2. Alteración en la calidad del agua	-	-	39	X				
3. Drenaje	-	-	50	X				
4. Alteración en la recarga del acuífero	-	-	37	X				
<b>D. CALIDAD DEL AIRE</b>								
1. Oxidos (azufre, carbono, nitrógeno)	-	-	37	X				
2. Partículas suspendidas totales	-	-	37	X				
3. Químicos	-	-	49	X				
4. Olores	-	-	37	X				
5. Gases	-	-	37	X				
<b>E. CLIMA</b>								
1. Microclima	-	-	32	X				
2. Temperatura	-	-	32	X				
3. Humedad relativa	-	-	32	X				
5. Intemperismos	-	-	26	X				
<b>F. SERVICIOS MUNICIPALES</b>								
3. Protección contra incendios	-	-	22	X				
6. Sistema de manejo de residuos sólidos	-	-	22	X				
7. Sistema de electrificación y alumbrado	-	-	24	X				
<b>G. MEDIO BIOLÓGICO</b>								
1. Flora	-	-						
1.3 Daño a vegetación existente	-	-	53		X			
1.4 Repoblación	+	-	49	X				
2. Fauna	-	-						
2.3 Pérdida de fauna	-	-	29	X				
2.6 Desplazamiento	-	-	28	X				
<b>H. GEA</b>								
1. Estabilidad	-	-	59		X			
2. Erosionabilidad	-	-	33	X				
3. Morfología	-	-	46	X				
4. Relieve	-	-	46	X				
<b>I. SISTEMA DE TRANSPORTE</b>								
1. Automóviles	-	-	38	X				
2. Autobuses, colectivos, taxis	+	-	26	X				
3. Camiones de carga	+	-	32	X				
4. Conservación de vialidades	+	-	32	X				
5. Seguridad vial	-	-	33	X				
6. Tráfico	-	-	33	X				
<b>J. RUIDO Y VIBRACION</b>								
1. En el sitio	-	-	32	X				
2. Externo al sitio	-	-	23	X				
<b>K. ESTÉTICA</b>								
1. Paisaje	-	-	66		X			
2. Estructuras	-	-	50	X				
<b>L. EST. COMUNIDAD</b>								
5. Empleo	+	-	25	X				
6. Economía local	+	-	25	X				
7. Salud poblacional	-	-	46	X				
8. Salud de los trabajadores	-	-	28	X				
9. Valor del suelo	-	-		X				
10. Calidad de vida	-	-	31	X				
<b>TOTAL</b>				4	37	5	0	19

**MATRIZ DE EVALUACIÓN ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CATEGORÍAS AMBIENTALES	NAT		EVALUACION					AUSENCIA DE IMPACTOS
	BENEFICO	ADVERSO	CUALITATIVA	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	
	+	-						
<b>A. EDAFOLOGIA</b>								
1. Eliminación de la capa del suelo	-	-						X
2. Procesos erosivos	-	-						X
3. Movimiento de tierras	-	-						X
4. Estabilidad	-	-						X
5. Calidad del suelo	-	-	31		X			
<b>B. USO DEL SUELO</b>								
1. Espacio abierto	-	-	46		X			
4. Forestal	-	-	60		X			
<b>C. RECURSOS HIDRAULICOS</b>								
1. Alteración en la infiltración natural	-	-	47		X			
2. Alteración en la calidad del agua	-	-						X
3. Drenaje	-	-	50		X			
4. Alteración en la recarga del acuífero	-	-						X
<b>D. CALIDAD DEL AIRE</b>								
1. Oxidos (azufre, carbono, nitrógeno)	-	-	38		X			
2. Partículas suspendidas totales	-	-	38		X			
3. Químicos	-	-						X
4. Olores	-	-	41		X			
5. Gases	-	-	41		X			
<b>E. CLIMA</b>								
1. Microclima	-	-						X
2. Temperatura	-	-						X
3. Humedad relativa	-	-						X
5. Intemperismos	-	-	22	X				
<b>F. SERVICIOS MUNICIPALES</b>								
3. Protección contra incendios	-	-	31		X			
6. Sistema de manejo de residuos sólidos	-	-	33		X			
7. Sistema de electrificación y alumbrado	+	-	37	X				
<b>G. MEDIO BIOLÓGICO</b>								
1. Flora	-	-						
1.3 Daño a vegetación existente	-	-						X
1.4 Repoblación	+	-	46	X				
2. Fauna	-	-						
2.3 Pérdida de especies	-	-						X
2.6 Desplazamiento	-	-	37		X			
<b>H. GEA</b>								
1. Estabilidad	-	-	55		X			
2. Erosionabilidad	-	-						X
3. Morfología	-	-						X
4. Relieve	-	-						X
<b>I. SISTEMA DE TRANSPORTE</b>								
1. Automóviles	+	-	52				X	
2. Autobuses, colectivos, taxis	+	-	52				X	
3. Camiones de carga	+	-	36		X			
4. Conservación de vialidades	+	-	35		X			
5. Seguridad vial	+	-	52				X	
6. Tráfico	+	-	57				X	
<b>J. RUIDO Y VIBRACION</b>								
1. En el sitio	-	-	39		X			
2. Externo al sitio	-	-	26	X				
<b>K. ESTÉTICA</b>								
1. Paisaje	-	-	66		X			
2. Estructuras	-	-	50		X			
<b>L. EST. COMUNIDAD</b>								
5. Empleo	+	-	35		X			
6. Economía local	+	-	41		X			
7. Salud poblacional	+	-	32		X			
8. Salud de los trabajadores	-	-						X
9. Valor del suelo	-	-	60		X			
10. Calidad de vida	+	-	38		X			
<b>TOTAL</b>	14	20		2	24	8		16



V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	V-184
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	V-185
V.1.1 Indicadores de impacto.....	V-185
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto.....	V-188
V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación .....	V-189
V.1.3.1 Criterios.....	V-189
V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada ....	V-193
V.2 Evaluación Cualitativa de Impactos Generados .....	V-193
V.3 Evaluación Cuantitativa de los Impactos Generados.....	V-216

## **VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL**

Como se pudo observar en el capítulo anterior la mayoría de los impactos negativos por ocurrir son los correspondientes a las etapas de preparación del sitio y construcción, muchos de ellos de carácter operativo, por lo que al llevar a cabo acciones que prevengan la contaminación del medio y llevar una actitud amigable con el ambiente, por parte del personal involucrado con la construcción de la Vialidad Panorámica y Túnel Vial, se podrían reducir considerablemente dichos impactos.

De manera general deberán considerarse las recomendaciones siguientes para evitar el deterioro de la zona.

- La construcción de las obras deberá apegarse a los lineamientos que para tal efecto se definieron en los proyectos ejecutivos respectivos, cualquier cambio que se realice a éstos, deberán fundamentarse en los estudios necesarios para garantizar su validez, se deberá notificar a las autoridades competentes para su autorización y asentarse en el estudio ambiental correspondiente.

- Los responsables de las empresas constructoras de la Vialidad Panorámica y Túnel Vial deberán conocer cabalmente las medidas de mitigación propuestas y de la legislación aplicable, e informar de éstas a sus trabajadores y concientizarlos de la importancia de llevarlas a cabo para no contribuir a la degradación del ambiente y mantener la seguridad del sitio y de la población en general. Deberán incorporar dentro de su plantilla de personal, una supervisión ambiental.

Las actividades que comprende el proyecto en su conjunto, necesariamente, generaran interacciones con los factores y atributos del ambiente, en cuanto a los factores suelo y vegetación, estas interacciones se convierten en impactos, siendo la mayor de las veces negativas, por lo que se proponen las siguientes medidas de mitigación:

### C. Edafología

6. Eliminación de la capa de suelo: El material desmontado de los productos forestales se acamellonará para ser picado e incorporado al suelo deberán ser colocados y esparcidos a contra pendiente, en la parte baja de esta con relación a la vialidad, para que se incorporen de forma rápida al suelo.

En cuanto a la capa de suelo, ésta por contener una gran riqueza orgánica, servirá para cubrir los taludes y cortes que serán cubiertos con vegetación, así como para la plantación de los nuevos árboles que se incorporarán a lo largo del trayecto de la vialidad, inclusive pueden ser utilizada como mejorador de suelo en las zonas aledañas que presentan evidencia de degradación del suelo, pero siempre garantizando la estabilidad del material para que éste no sea arrastrado hacia zonas bajas provocando su azolvamiento. Por ningún motivo se revolverán residuos de cualquier índole con la cobertura vegetal eliminada.

Evitar el uso de herbicidas o agroquímicos en las operaciones de desmonte y limpieza del sitio

Durante la operación no se detecta impacto aparente por lo que no precisa de medida de mitigación.

7. Procesos erosivos: Se deberán reforestar los taludes, terraplenes y sitios de préstamo, con vegetación nativa.

Deberán respetarse los ángulos de inclinación reportados por los estudios de geotecnia y en taludes colocaran bermas y/o hidrosiembra donde se deberá garantizar el crecimiento de vegetación.

Los arropes cuyo objetivo principal es que se evite la erosión del talud de los terraplenes, deberán ser compactados al 90% y recubiertos con vegetación nativa con la finalidad de evitar que el material del arropes sea arrastrado azolvando las obras de drenaje, así como la deposición de material en sitios más bajos.

Se deberá mantener el grado de humedad óptimo del suelo que quede expuesto, así como reducir los tiempos de exposición para minimizar dichos procesos.

Asimismo, se recomienda instalar barreras de contención para retención de materiales y evitar la erosión.

En cuanto a la etapa de operación y mantenimiento los taludes de los cortes y terraplenes de la vialidad quedarán arropados por la hidrosiembra y los muros de contención para evitar los procesos erosivos.

Se deberá supervisar el estado que guardan los taludes y terraplenes con el fin de evitar que se erosionen. Es recomendable la supervisión de la hidrosiembra que ésta siempre esté recubierta con vegetación nativa con el fin de que ayude a su estabilización y se minimicen los procesos erosivos.

8. **Movimiento de tierras:** Se recomienda la extracción del material preferentemente en aquellos bancos de material que se encuentren en explotación. Esto evitará afectaciones a la vegetación, a la fauna y al uso del suelo. Concluida la extracción del material se procederá a mitigar los impactos mediante una reforestación con especies arbóreas adecuadas, de manera tal que el área no quede expuesta a la erosión.

Se deberá dar preferencia a los bancos de materiales en operación. La selección adecuada de los sitios de explotación de los bancos de materiales es la etapa más importante para minimizar impactos al ambiente por las actividades asociadas, enfatizando que no se desarrollen bancos de materiales en zonas con ecosistemas frágiles o que incluyan especies raras o en peligro de extinción o bien que cuenten con atractivos turísticos, monumentos históricos, sitios arqueológicos o con características culturales importantes.

El área donde se realizará el movimiento de tierras deberá sujetarse solamente al área de construcción y no más allá de estas. Al finalizar la jornada se dejarán taludes tendidos para evitar derrumbes.

El material que se deposite en los sitios de tiro deberá compactarse para evitar arrastres de material.

No deberán utilizarse los terrenos aledaños a la cañada del arroyo que aporta agua al río chiquito como sitios de tiro cerca del portal de entrada entre la vialidad y el túnel.

Con respecto a los materiales que se extraen producto de la excavación, conviene que estos sean analizados en cuanto a sus propiedades físicas y, de acuerdo a los resultados, se envíen hacia los bancos de material existentes en la región en donde se les aproveche para construcción de otras obras, para nivelación de terrenos o bien como cobertura en el basurero municipal.

Durante la carga de explosivos se deben prever golpes del brazo del jumbo, desprendimientos de roca; se debe separar perforación y carga; se deben utilizar plataformas de trabajo, etc.

Durante la operación no se detecta impacto aparente por lo que no precisa de medida de mitigación.

9. Estabilidad: En terraplenes, cortes y taludes, deberán respetarse los ángulos de inclinación reportados por los estudios de geotecnia.

Deberá facilitarse que la vegetación nativa pueda enraizarse en los terraplenes y taludes ya que esto podrá participar en la estabilidad de la estructura y se disminuirán los procesos erosivos. En los cortes, para facilitar que la vegetación nativa pueda enraizarse, se recubrirán con malla hexagonal.

Es importante que en las áreas de corte de la vialidad, no se dejen árboles a bordo de talud en virtud de que serán susceptibles de desenraizarse, provocando derrumbes y obstrucción de la vialidad.

Los muros de contención para terraplén en camellón central estarán compuestos por bloques de piedra, gravas y arenas finas, este muro de contención estará dispuesto en todo el trayecto de la vialidad.

Los muros ecológicos se contemplan a lo largo de la vialidad y que se realicen mediante el sistema de muros de retención "Keystone" donde se incluye la técnica de hidrosiembra para la estabilidad de taludes y laderas. Estos deberán llevar un proceso de supervisión continua ya que la vegetación que en estos se desarrolle deberá estar en buenas condiciones para que cumplan su función adecuadamente.

En cuanto a la hidrosiembra, una vez sembrado existe la posibilidad de que la semilla se disperse con el viento, lluvia o se la coman los pájaros, por lo que se debe cubrir con tierra de hoja.

En los taludes, con la finalidad de garantizar su estabilidad, de acuerdo al proyecto ejecutivo, se colocarán anclas ubicadas en una cuadrícula de 3 X 3 metros y a una profundidad de 10 metros; colocados en posición tresbolillo. Asimismo se construirán dos hileras de microdrenes de PVC de 1 ½" de diámetro, perforados a la profundidad de 10 m, y con separación de 6 m que permitan el desalojo del agua para evitar presiones hidrostáticas que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y muros.

Las paredes donde se realicen excavaciones, deberán quedar libres de residuos y materias extrañas, sin rocas flojas o material suelto.

El terreno utilizado para el sitio de tiro deberá compactarse para garantizar en un futuro mediante un estudio de mecánica de suelos que este presente características óptimas para el establecimiento de infraestructura a futuro.

Durante la operación, tanto en el túnel como en la vialidad se deberá supervisar el estado que guardan los taludes y terraplenes con el fin de garantizar su estabilidad, así mismo se deberá inspeccionar periódicamente para retirar de las laderas de la Loma de Santa María, en su caso, material inestable y dar el mantenimiento

necesario o la reparación de elementos necesarios para garantizar su estabilidad efectiva.

10. Calidad del suelo: Con el fin de evitar que se practique la defecación al aire libre, se colocarán, en sitios accesibles para el personal involucrado en la obra, servicios sanitarios portátiles a razón de uno por cada 20 empleados, considerándose un mínimo de dos unidades por cada frente de trabajo. La empresa arrendadora será la responsable de su limpieza por lo menos una vez por semana, y conducirá los residuos hacia el sitio que la autoridad competente le haya otorgado en el momento de su registro y permiso de operación. Por ningún motivo se permitirá el vertido de dichos residuos hacia el suelo, cuerpos de agua o hacia las barrancas existentes o corrientes superficiales y en caso de que así fuere será imputable a la empresa arrendadora quien deberá de llevar a cabo técnicas de remediación y la sanción respectiva por parte de la autoridad competente.

Los almacenes, talleres, áreas de mantenimiento, no podrán ocupar ninguna área más allá del ancho de vía considerado, en caso de que se habiliten talleres o se tenga que dar mantenimiento al equipo en el sitio donde se encuentre, previo a esto se habilitarán áreas impermeables formadas por sellos de arcilla compactada al 95% Próctor de 10 cm de espesor, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo por derrame de combustibles y lubricantes. En caso de derrame de aceite o de alguna otra sustancia contaminante se procederá a eliminar el área contaminada del sello de arcilla y se almacenará temporalmente junto con los residuos de aceites, estopas, envases de aceites y solventes los cuales deberán ser almacenados en tambos específicos y por separado para mandarlos a confinamiento por medio de una empresa autorizada por SEMARNAT. Por ningún motivo se considera el almacenamiento de combustibles ni lubricantes en el sitio de la obra. La transportación de insumos en fase líquida se efectuará por medio de pipas específicas.

En caso de que por alguna causa se tengan que llevar en camionetas deberán utilizarse contenedores específicos para cada tipo de material debidamente identificados, que llenarán a un 75% de su capacidad, deberán contar con tapa para evitar derrames y garantizar su sujeción hacia el vehículo transportador. Especial atención deberá ponerse en el manejo apropiado y cuidadoso de los recipientes que transporten cualquier tipo de aceites o combustibles, los cuales deberán estar perfectamente identificados. Se deberá llevar a cabo una inspección periódica del estado de los recipientes a fin de detectar cualquier fuga y corregirla inmediatamente.

En caso de contaminación del suelo por sustancias químicas se deberá proceder a su descontaminación por medio de emulsiones químicas o de otros métodos que garanticen su recuperación.

Se deberá llevar a cabo una inspección periódica del estado de los recipientes a fin de detectar cualquier fuga y corregirla inmediatamente. Por ningún motivo se considera el almacenamiento de combustibles ni lubricantes en el sitio de la obra. En caso de contaminar el suelo será responsabilidad de la constructora ejecutar las medidas de remediación pertinentes pudiendo utilizar para ello emulsiones químicas.

Para evitar la contaminación del ambiente por el vertido de residuos sólidos, será preciso colocar contenedores para almacenar los residuos generados clasificándolos para su reuso y depositados en contenedores que deberán ser colocados estratégicamente para poder acceder a ellos con facilidad, dichos contenedores facilitarán la clasificación de los residuos sólidos no peligrosos.

Se debe implementar un programa de recolección y transporte eficiente por parte de la empresa constructora la cual se encargará de realizar la disposición final de los residuos no reutilizables en el basurero municipal. El almacenamiento temporal de los residuos orgánicos no deberá exceder a 5 días ya que a partir de este lapso tiende a aparecer fauna nociva y generación de olores. Por tal motivo los contenedores deberán tener capacidad suficiente para albergar los residuos generados en este lapso. Por ningún motivo estos almacenamientos deberán perder su carácter de temporalidad y convertirse en sitios definitivos.

Se puede aprovechar parte del área para manejo de combustibles para albergar los contenedores para recolección de residuos sólidos, así como para los servicios sanitarios portátiles necesarios, cuya localización requiere que el área sea plana, preferentemente impermeable y con fácil acceso para realizar los servicios.

Por ningún motivo en los sitios de tiro se depositará material ajeno a la extracción del túnel, y a los cortes y excavaciones realizados, quedará estrictamente prohibido utilizarlos como tiraderos de residuos sólidos.

Durante la operación, en caso de accidente que involucre sustancias contaminantes que afectaran al suelo, éstas podrán ser recolectadas en las trampas de grasas y aceites construidas en el último registro del drenaje pluvial, previo a la descarga hacia el cuerpo receptor involucrado. En caso de que el derrame rebase el drenaje y afecte zonas aledañas donde exista suelo natural, se deberá llevar a cabo técnicas de remediación para recuperar la calidad del suelo previo al derrame.

Para evitar la contaminación del ambiente por el vertido de residuos sólidos, el proyecto contempla la colocación de botes de basura a lo largo de la vialidad, sin embargo para que esto sea exitoso, será preciso que el H. Ayuntamiento de Morelia incorpore dentro de sus programas de recolección y limpieza la vialidad.

#### **D. Uso del suelo**

8. Espacio abierto: Con el fin de mitigar el impacto hacia el espacio abierto, el proyecto contempla pasos de fauna a cada 250 metros.

Durante la operación, se deberá dar mantenimiento periódico para liberar de obstáculos, azolves y basura a los pasos de fauna existentes a lo largo de la vialidad.

Se deberá eliminar la maleza que invada la zona reforestada para que esta no impida el crecimiento de la misma e invada a la vialidad.

9. Recreativo: Sin impacto aparente, no se requiere de medida de mitigación.
10. Agrícola: Sin impacto aparente, no se requiere de medida de mitigación. Cabe destacar que en la loma de Santa María donde se ubicará el túnel en los terrenos de las colindancias se tiene registros de que se llevaban a cabo actividades agrícolas de temporal.
11. Forestal: En el sitio de estudio se observa vegetación del tipo bosque de Encino aunque cabe mencionar que se encuentra con cierto grado de perturbación, sobre todo hacia la parte baja de la loma. Como medida de mitigación se tiene contemplado plantar 18,000 árboles de especies nativas, de los que solamente caben 8,800 en la loma, los otros 11,000 se sembrarán en la zona continua al proyecto en el área natural protegida de la cuenca del río Chiquito.

Es necesario que se establezca una estricta vigilancia por parte del municipio para que por ningún motivo se extienda la mancha urbana hacia las zonas contiguas a la vialidad, y que por ningún motivo se de el uso de suelo en la zona distinto al de reserva ecológica.

Durante la operación, aunque no se impacta el uso forestal se tendrá un efecto con la plantación de los árboles propuestos.

Dentro del área sujeta a conservación que atraviesa la vialidad, por ningún motivo se podrá permitir ningún tipo de asentamiento. Deberá regularse y respetarse cabalmente esta disposición tanto en la actualidad como en el futuro.

12. Habitacional: Deberá contemplarse la cercanía del proyecto hacia la zona habitacional, básicamente las casas que colindan con el sitio donde se desarrollará la vialidad de las colonias Ejidal Santa María y Condagua para prevenir posibles accidentes por material suelto que pueda llegar a la propiedad y causar un daño, desde el cadenamiento 480 m hasta el 700 m.

Ya que la Loma de Santa María actualmente presenta gran presión por el crecimiento de la mancha urbana de Morelia, por lo cual es necesario que el H. Ayuntamiento de Morelia lleve una inspección estrecha para evitar asentamientos irregulares en las zonas aledañas al proyecto y evite a toda costa realizar el cambio de uso de suelo de la reserva ecológica para otros fines

13. Comercial: Sin impacto aparente, por lo que no precisa de medida de mitigación.
14. Industrial: Sin impacto aparente, por lo que no precisa de medida de mitigación.

## **M. Recursos hidráulicos**

5. Alteración en la infiltración natural: El proyecto tiene contemplada obras de drenaje menores y mayores para conducir el agua hacia sitios puntuales para que proceda el escurrimiento de manera natural.

Si bien la pérdida de permeabilidad es un impacto irrecuperable por la compactación y pavimentación del cuerpo de la vialidad, así como por el recubrimiento de la bóveda del túnel, se compensará reforestando áreas adyacentes para conservar la permeabilidad del suelo en éstos sitios favoreciendo la infiltración.

Para el control de filtraciones en los túneles, se instalarán elementos de drenaje necesarios como tubos, mangueras, o ranuras, que funcionen efectivamente como un dren, sin que ello interfiera en su utilización principal.

6. Alteración en la calidad del agua: La probabilidad de contaminación del agua se reducirá adoptando las medidas recomendadas para evitar la contaminación del suelo, ya que es un paso antecesor para contaminar las aguas. Por ningún motivo se verterá ningún tipo de residuo hacia cuerpos de agua o hacia barrancas.

Durante la preparación del sitio y construcción, previo a la época de lluvias, se deberán colocar trampas para evitar el arrastre de material de construcción hacia sitios más bajos.

Se debe incorporar al proyecto la colocación de trampas de grasas y aceites en el último registro del drenaje pluvial, previo a la descarga hacia el cuerpo receptor involucrado.

Durante la operación, llevando a cabo las medidas de mitigación para el suelo se logrará eliminar el riesgo de contaminar el agua.

Se deberá incorporar al programa de mantenimiento periódico de la vialidad la inspección del drenaje pluvial y de las trampas de grasas y aceites y retirar obstáculos, azolves y en su caso derrames, a los cuales se les debe dar el manejo adecuado de acuerdo a la legislación vigente.

Deberá repararse cualquier desperfecto de la carpeta de rodadura para evitar que los líquidos derramados durante la operación normal de la vialidad y el túnel se infiltren hacia el subsuelo.

7. Drenaje: El proyecto ejecutivo contempla el diseño de encausamientos, revestimientos, formación de cunetas y contracunetas en toda la vialidad y el túnel de tal manera que no incremente la erosión de las corrientes y tampoco se generen estancamientos de agua.

En la desviación de las corrientes durante las excavaciones y los trabajos de construcción, se debe tener la certeza de que el cauce desviado no provoque inundaciones en otras zonas o inclusive provoquen asolvamiento de escurrimientos o cuerpos de agua.

Las obras complementarias como las cunetas se construirán de tal forma que su desagüe no provoque perjuicio a los cortes ni a los terraplenes; las contracunetas deberán hacerse simultáneamente con los cortes.

Para contrarrestar la modificación al curso natural de las corrientes de agua intermitentes superficiales o de la subterránea, los encausamientos, revestimientos, cunetas y demás obras hidráulicas, se deberán diseñar de tal manera que no incrementen la erosión y no ocasionen estancamientos de agua.

El sistema de alcantarillado de la vialidad estará situado en los cadenamientos 00-140-00, 00-340-00, 00-647-13, 00-938-28 y estos será de 1.20 m.

En el proyecto del túnel se contempla la instalación de un total de 50 bocas de tormenta repartidas en ambos túneles.

Durante la operación, será necesario dar mantenimiento al drenaje, sobre todo antes de la época de lluvias, eliminando residuos y azolves, para evitar que éste opere de manera deficiente, evitar sobrepresiones hidrostáticas sobre talud y túnel y este en condiciones de drenar el agua.

Para el control de filtraciones en los túneles, se instalarán elementos de drenaje necesarios como tubos, mangueras, o ranuras, por lo que es imprescindible que durante la operación del proyecto, se deberá supervisar de que dichos drenes reciban el mantenimiento adecuado para evitar su taponamiento y se generen sobrepresiones hidrostáticas sobre los taludes o paredes del túnel

8. Alteración en la recarga del acuífero: El proyecto contempla la realización de obras de drenaje como cunetas y contra cunetas que encauzarán el drenaje superficial hacia puntos específicos tratando de reducir el impacto que en este rubro genera, pudiendo llevarse a cabo la recarga en zonas aledañas, aunque cabe mencionar que el nivel freático se encuentra profundo, además de que el suelo se compone principalmente por arcillas, así es que la contribución en este punto es mínima.

## N. Calidad del aire

6. Óxidos (azufre, carbono, nitrógeno): Por ningún motivo se realizará la quema de ningún tipo de material o residuo, ya que esto contribuye enormemente al deterioro ambiental impactando directamente a la calidad del aire.

Para evitar la contaminación por emisiones a la atmósfera proveniente del equipo de construcción, se deberá garantizar que tengan un funcionamiento mecánico adecuado y que se encuentren en buen estado. Las unidades de maquinaria y equipo que se empleen deberán estar en buenas condiciones, si durante la construcción presentan deficiencias, el contratista estará obligado a corregirlas, o a retirarlas reemplazándolas por otras en condiciones óptimas.

el proyecto del túnel contempla dos galerías de ventilación de 1.80 metros de diámetro, que servirán para la ventilación natural ya que debido a la diferencia de elevación entre la entrada y salida de los Túneles Viales, la diferencia de presión barométrica generará un tiro de aire natural

El sistema de ventilación dentro del túnel será capaz de inyectar la cantidad de aire fresco suficiente de acuerdo al tipo de equipo que se utilice para la excavación, con los dispositivos necesarios para conducir el aire desde 15 m fuera e la boca del túnel hasta el frente de ataque.

En caso de que el sistema de ventilación deje de funcionar se suspenderán las obras hasta que el sistema vuelva a funcionar correctamente.

Los frentes de ataque deben ventilarse por medios mecánicos, a partir de una longitud de 60 metros medidos desde la boca del túnel.

Se deberá contar con monitoreos de la calidad del aire laboral dentro del túnel, mediante la operación de sensores de óxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y atmósferas explosivas, con el fin de contar con un sistema de alarma de condiciones adversas en el interior del túnel.

Durante la operación, una vez terminada la construcción de los túneles se deberá realizar un estudio de flujo y velocidad del aire en diferentes estaciones del año, de así requerirse, los mismos contrapozos se utilizarán como ductos de ventilación, instalando en los brocales de estos los ventiladores o extractores eléctricos de diseño radial. Siempre garantizando que los contaminantes que se emiten en la atmósfera del túnel sean diluidos hasta un nivel tolerable por el cuerpo humano.

El proyecto del túnel contempla 2 galerías de ventilación, sin embargo se debe garantizar que los contaminantes que se emiten en la atmósfera del túnel sean diluidos hasta un nivel tolerable por el cuerpo humano, de acuerdo a los tiempos de exposición a que estén sujetos los usuarios.

Se deberá contar con monitoreos de la calidad del aire dentro del túnel, mediante la operación de sensores de CO, Nox, SO<sub>2</sub> y atmósferas explosivas, con el fin de contar con un sistema de alarma de condiciones adversas en el interior del túnel.

7. Partículas suspendidas totales: Todos los camiones de carga que transporten material a granel deberán estar debidamente cubiertos con lonas bien sujetas y de tamaño adecuado, con el fin de evitar polvos y otros aerotransportables, derivados del material transportado a lo largo de su trayectoria.

En los puntos donde se genere polvo, deberá mantenerse con un grado de humedad óptimo el material a mover y en su caso proceder a la instalación de sistemas de

aspersión hidráulica o algún otro procedimiento que impida que las partículas se dirijan hacia la ciudad.

En caso de fallas o daños en el sistema de ventilación el Contratista de Obra suspenderá de inmediato los trabajos, hasta que el sistema funcione adecuadamente.

Durante la operación, a lo largo del túnel se contará con dos lumbreras de ventilación.

8. Químicos: Se deberán observar todas y cada una de las regulaciones sobre el uso de explosivos emitidas por la Secretaría de la Defensa Nacional, de esta manera se podrán tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes. Asimismo es importante que los trabajadores estén debidamente capacitados y cuenten con el conocimiento previo de las actividades a realizar con explosivos y las medidas de seguridad con que se cuenta para este tipo de actividades.

Los polvorines para su almacenamiento de los materiales explosivos y sus accesorios, cumplirán con los lineamientos establecidos por la Secretaría de la Defensa Nacional.

Sólo se transportarán el polvorín al sitio de su utilización, los explosivos y artificios que se vayan a detonar cada vez. Los explosivos se transportarán en vehículos diferentes a los que se utilicen para los artificios y se depositarán separadamente en el sitio de su utilización.

El manejo de explosivos se hará con todos los cuidados necesarios que garanticen la seguridad del personal y la integridad de la obra.

Se fijarán criterios para el almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos dentro de la propia obra, así como en relación con la carga de las voladuras y medidas particulares a adoptar.

Se dispondrá de personal responsable y autorizado para el manejo de los explosivos.

La recuperación de las voladuras fallidas se hará bajo la dirección de un responsable calificado.

No se podrá simultanear la carga de explosivos y perforación, a no ser que se adopten medidas especiales.

Durante la operación, no se detecto impacto aparente, cabe destacar que no se permitirá el acceso a camiones de carga que transporten materiales o sustancias peligrosas

9. Olores: Los olores generados serán debidos a los equipos de construcción, por un mantenimiento inadecuado de letrinas o por un almacenamiento prolongado de residuos por lo que se requiere su mantenimiento periódico y efectivo.

10. Gases: Con un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de construcción disminuirá el impacto.

Durante la realización de los trabajos que se realicen con maquinaria pesada y unidades de menor tamaño como pick-ups, y en los que se utilicen combustibles como el diesel y gasolina, se deberán tener los servicios de mantenimiento en orden y apearse a los máximos permisibles en materia de emisiones de gases contaminantes y en materia de ruido.

Es recomendable que se cuenten con monitoreos de la calidad del aire laboral dentro del túnel, mediante la operación de sensores de óxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y atmósferas explosivas, con el fin de contar con un sistema de alarma de condiciones adversas en el interior del túnel.

Durante la operación, Sin impacto aparente a lo largo del túnel se contará con dos lumbreras de o galerías de ventilación una a 90 m y otra a 50m.

En lo que corresponde a la visibilidad, la generación de olores y el estado acústico dentro del túnel, el impacto se considera disminuido, ya que los sistemas de iluminación y ventilación se instalan como parte de la operación normal del túnel.

Se deberá contar con monitoreos de la calidad del aire dentro del túnel, mediante la operación de sensores de CO, NOx, SO<sub>2</sub> y atmósferas explosivas, con el fin de contar con un sistema de alarma de condiciones adversas en el interior del túnel.

## **O. Clima**

6. Microclima: El impacto se mitigará con la plantación de nuevos árboles.
7. Temperatura: El impacto se mitigará con la plantación de nuevos árboles.
8. Humedad Relativa: El impacto se mitigará con la plantación de nuevos árboles.
9. Dirección de vientos. Sin impacto aparente, se contará con dos galerías de ventilación de 1.80 metros de diámetro, que servirán para la ventilación natural ya que debido a la diferencia de elevación entre la entrada y salida de los Túneles Viales, la diferencia de presión barométrica generará un tiro de aire natural, formándose una corriente longitudinal de aire en el interior.

Una vez terminada la construcción de los túneles se deberá realizar un estudio de flujo y velocidad del aire en diferentes estaciones del año. De así requerirse, los mismos contrapozos se utilizarán como ductos de ventilación, instalando en los brocales de estos los ventiladores o extractores eléctricos de diseño radial. Su campo de aplicación queda limitado por el valor máximo que puede alcanzar la velocidad del aire dentro del túnel, considerándose que ésta no debe ser mayor a 10 m/s por razones de comodidad y seguridad. El nivel de contaminación crece de un valor mínimo en la entrada hasta un valor máximo a la salida.

10. Intemperismos: El proyecto contempla la construcción de obras de drenaje para minimizar estos fenómenos.

Por ningún motivo se dejará material suelto o a granel en el lugar de las obras que pueda ser arrastrado por la acción de la lluvia hacia otros sitios más bajos, como tampoco se dejarán estibados materiales que puedan perder su estabilidad provocando un accidente.

De vital importancia resulta guardar la seguridad vial por medio de señalizaciones adecuadas, tanto informativas, preventivas como restrictivas.

Se deberán establecer las medidas de seguridad laboral pertinentes cuando se presenten estos fenómenos.

Durante la operación, deberán tomarse en cuenta los intemperismos severos como tormentas, granizadas y heladas entre otros, deberá señalizarse toda la vialidad con los letreros alusivos a disminución de velocidad, no rebase, guarde distancia etc. para que no se excedan los límites de velocidad cuando ocurran estos fenómenos.

## **P. Servicios municipales**

9. Escuelas: Sin impacto aparente, por lo que no precisa de medida de mitigación.
10. Policía: Por el tipo de impacto, no precisa de medida de mitigación.
11. Protección contra incendios: Dentro del túnel, el proyecto tiene contemplado la instalación de un total de 26 cajas con equipo de seguridad e incendios. Así mismo se cuenta con dos galerías de evacuación a túnel paralelo distribuidas a lo largo de éste, pudiéndose aislar los dos túneles (el descendente del ascendente)

El proyecto ejecutivo del Túnel Vial contempla la colocación de 40 Extintores de fuego de 12 kg, de capacidad, 15 segundos de tiempo de descarga, de polvo químico seco con efectividad en fuego de tipo A, B, y C, cargados con polvo de bicarbonato de sodio, instalados a cada 60 metros coincidiendo con ubicación de lámparas, con el círculo señal de extintor en las paredes del túnel.

Es recomendable que se instalen estratégicamente, por lo menos a la salida y entrada de los túneles, sistemas de comunicación directa a cuerpos de ayuda, para una pronta respuesta de éstos, en caso de emergencia.

12. Sistema de abastecimiento de agua: Se deberán llevar a cabo los acuerdos pertinentes con el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia para cruzar la infraestructura existente en el trazo de la vialidad.

Entre aproximadamente los kms 0+500 y 0+700 del acceso panorámico se tiene actualmente un canal de aguas que interfiere con esta obra y se requiere desviarlo. Para lo anterior, se hará el trazo de la zona de desvío y se hará la excavación para alojar un tubo corrugado de polietileno de alta densidad corrugada AD 5 N - 12 ó similar con diámetro de 30 pulgadas ó similar. Se construirán los registros de entrada y salida.

Donde exista una línea de conducción de agua potable dentro del área de trabajo para la construcción de la vialidad, deberá ser reubicada a efectos evitar cortes en el suministro del fluido.

Cualquier modificación al sistema de agua potable que interfiera con las obras, se deberá contar previo a la modificación de éstos con la autorización del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOPAS).

Con la finalidad de que los trabajadores involucrados en la obra tengan agua para consumo humano de calidad adecuada, la empresa constructora abastecerá de botellones de agua de marca reconocida, a razón de 1 por cada 19 trabajadores por día ajustando dicha cantidad de acuerdo al consumo que se haga durante la construcción.

Durante la operación, no se detecto impacto aparente por lo que no precisa de medida de mitigación.

13. Sistema de alcantarillado: Se debe tener la certeza de que los puntos de descarga del alcantarillado pluvial de la vialidad no provoquen inundaciones en otras zonas o inclusive provoquen asolvamiento en partes bajas.
14. Sistema de manejo de residuos sólidos: La empresa constructora deberá incorporar un programa de recolección de residuos sólidos y los deberá llevar al basurero municipal ubicado al suroeste de la ciudad de Morelia ubicado a 20 km. Antes de esto deberá separarse los residuos de acuerdo a su vocación de reuso correspondiente.

En caso de generar residuos peligrosos como aceites usados, sus envases, material impregnado con éstos y demás materiales contemplados dentro de la legislación como especiales o peligrosos, éstos deberán ser gestionados de acuerdo a la normatividad aplicable tanto en su almacenamiento, transporte y disposición final. Se deberá contratar a una empresa autorizada para recolectar dichos residuos, por ningún motivo se verterán en zonas aledañas al proyecto, ni se mandaran al basurero municipal revuelto con otros residuos, ni mucho menos en tiraderos clandestinos.

Durante la operación, Para evitar la contaminación del ambiente por el vertido de residuos sólidos, será preciso incorporar la vialidad al programa municipal de recolección y limpieza por parte del H. Ayuntamiento. Con el fin de llevar un plan de limpieza continuo para los residuos sólidos arrojados en la vialidad y en el túnel, así como la recolección de los residuos almacenados en los botes de basura, ya que importante resulta la limpieza de la vialidad para una percepción paisajística positiva.

Se deberán intensificar las labores de mantenimiento después de las temporadas de alto tráfico, para retirar los residuos que se hayan generado.

Se deberán hacer efectivas las sanciones a que son acreedores a los usuarios que arrojen basura tanto en la vialidad como dentro del túnel.

15. Sistema de electrificación: La reubicación de postes de energía eléctrica, que se encuentran en sitios en donde obstruyan el desarrollo de las obras en proceso se hará a lugares convenientes de acuerdo a la normatividad de C.F.E. y previa autorización por parte de ésta, de tal forma que se asegure la continuidad del funcionamiento de los servicios de energía.

Durante la operación, no se detecto impacto aparente por lo que no precisa de medida de mitigación.

16. Alumbrado: En cuanto al alumbrado de la calzada esta deberá ser tenue de preferencia y lo más discreta posible, además de que a lo largo de la calzada se dispondrán de dispositivos que reflejen la luz de los autos para iluminar la calzada y las líneas de trazado, dentro de estos artefactos se contemplan las violetas solar auto iluminada.

Ningún sector de la obra dentro del túnel tendrá intensidad de iluminación menor de cincuenta luces.

Las instalaciones serán a prueba de intemperie, dotadas de apartarrayos y deberán estar condicionadas de manera que garanticen un nivel de iluminación adecuado y continuo en todos los sitios de la obra en que sean requeridas.

Para el alumbrado de los túneles, el proyecto contempla la instalación de un total de 66 cajas de electricidad para ambos túneles, separadas a cada 10 m.

Durante la operación, deberá contemplarse el mantenimiento continuo a las lámparas del alumbrado a lo largo de la vialidad y dentro del túnel.

Dentro del túnel se tiene contemplado iluminación solar durante el día con lámparas de 250 watts de vapor de sodio con cableado de fibra óptica y en la noche luz eléctrica.

## Q. Medio biológico

### 3. Flora

- Pérdidas de especies nativas: Previo al derribo de los árboles, se deberá contar con la autorización por parte de la Dirección de Parques y Jardines del Municipio y solamente se podrán derribar los árboles que se encuentren marcados a partir del conteo directo realizado para la elaboración del presente estudio.

Previo al despalme la empresa responsable de la obra delimitará físicamente la superficie que será motivo de remoción de vegetación, con el objeto de evitar la remoción de la vegetación más allá de esta franja.

Se deben elegir plantas nativas, para la siembra de los taludes con la finalidad de abatir el riesgo de erosión e inestabilidad de taludes.

Es importante tener en cuenta que las plantas para su desarrollo requieren tierra fértil lo que se debe prever en el inicio de la obra almacenando debidamente el material producto del despalme, evitando su contaminación con otros materiales de construcción. En la etapa final de construcción de terraplenes deberá utilizarse dicha tierra o material de despalme para cubrir los taludes, lo que permitirá el establecimiento fácil de la vegetación protectora.

- Especies en status: Ninguna especie incluida en la norma NOM-059-SEMARNAT-2001 será afectada por el trazo de la vialidad, por lo cual no se considera mitigación.
- Daño a vegetación existente: El derribo de árboles será direccional para evitar daños al arbolado que se encuentra de pie.

Se evitará dañar innecesariamente a la vegetación aledaña. En las maniobras de construcción, la maquinaria utilizada, no rebasará el límite del área físicamente señalada (ancho de vía = 7 m hacia la ciudad y 5 m hacia la Loma), ni se almacenará materiales fuera de la misma, que además de proteger a la vegetación aledaña evitará el daño hacia el suelo.

Volumen, número de árboles y cantidad de especies afectadas en la construcción de la vialidad:

- Número de árboles con diámetro mayor a 10 cm= 929
- Número de árboles con diámetro menor a 10 cm= 1,226
- Volumen de los árboles mayores a 10 cm.= 153 m<sup>3</sup>
- Número de especies arbóreas encontradas= 28
- Número de especies arbustivas y herbáceas encontradas= 23
- Número total de especies encontradas en el trazo= 51
- Número total de árboles inventariados= 2,155

Se deben de extremar las precauciones y no arrojar desechos a las barrancas, ya que el rodado de cascajo puede dañar extensiones considerables de la vegetación cañada abajo y el azolve de las corrientes superficiales.

Al efectuar la limpieza de la vialidad se debe tener cuidado de no destruir la vegetación existente más allá del trazo del proyecto, ya sean árboles, arbustos o pastos, ya que éstos ayudan a que los suelos sean más estables, además de servir de base a las plantaciones que se efectuarán posteriormente.

- Repoblación: Se plantarán 18,000 árboles con el fin de mitigar el impacto que la remoción de árboles causó. Adicionalmente en taludes se reforestará con plantas nativas lo que permitirá la repoblación en los sitios aledaños al proyecto y con ello su recuperación.

Es importante saber que en la repoblación de la vegetación en las áreas donde se haya eliminado eucaliptos estos deberán ser remplazados por plantas nativas como son: *Quercus crassipes*, *Quercus deserticola*, *Quercus rugosa*, *Arbutus xalapensis*, *Fraxinus uhdei*, *Prunus capuli*, *Crataegus mexicana*, *Ehretia latifolia*, *Agnus jorullensis* y *Cupressu lindley*. La idea principal en este caso es suplantar las plantaciones de eucalipto efectuadas hace 30 años, por vegetación que sea más efectiva en la regeneración del suelo y la captación hídrica.

### FIGURA VI.1 ÁREAS A REFORESTAR



La superficie a reforestar dentro de la Loma de Santa María es de 45,142 m<sup>2</sup>

Las plantaciones de vegetación tendrán como beneficio protección contra deslumbramientos, ruidos, humos, olores, polvos y para remplazar barreras artificiales, como bardas y mallas. El follaje no debe obstaculizar el tránsito.

Será importante el cuidado y supervisión de la vegetación que se contempla para la reforestación de las áreas afectadas para asegurar su supervivencia mediante el siguiente programa:

Se recomienda incorporar un seto de cedros a lo largo de la vialidad para que cumpla con las siguientes funciones:

- Evitar el paso de personas de la vialidad al bosque y del bosque a la vialidad.
- Dadas las características de desarrollo y distribución de la raíz de esta especie se logrará la estabilización y consistencia del suelo y subsuelo.
- Se creará una barrera que evitará el rodamiento de piedras y partículas a

la vialidad.

- Se creará una barrera de infiltración de agua a lo largo de la vialidad.
- Servirá como cerco para evitar el paso de ganado vacuno o mular.
- Servirá como refugio de fauna.

Con las siguientes características:

- Se ubicará a una distancia entre 5 y 10 m de la orilla del talud en la parte superior de la pendiente del trazo en función de las condiciones de este al final de la obra.
- El seto se formará con doble línea de cedros plantados a una equidistancia de 50 cm uno de otro.
- El seto tendrá una longitud aproximada de 1,300 m ya que además de la longitud de la vialidad deberá rodear y cubrir las partes altas de los túneles.
- Será necesario la plantación de 5,200 cedros para la implementación del seto.
- Previo a la plantación de cedros deberá hacerse el trazo y la limpieza de malezas del sitio.

El programa contempla la reforestación y enriquecimiento a 3 años con *Pinus pseudostrobus* y *Quercus obtusata*. Para que cumpla las siguientes funciones:

- Mejorar la calidad del bosque y obtener más cobertura arbórea disminuyendo la erosión del suelo y propiciando las condiciones para una mejor infiltración del agua al subsuelo.
- Mantener la diversidad biológica vegetal del área.
- Mejorar el paisaje de la loma de Santa María.

Con las siguientes características:

- Este programa de reforestación de enriquecimiento en virtud de que se trata de reforestar una superficie que ya cuenta con vegetación arbórea escasa y el objetivo es mejorarla en cuanto a cobertura, densidad y calidad.
- Se plantea a 3 años con el fin de hacer la reposición del arbolado que no logre la sobrevivencia al inicio de la temporada de lluvias siguiente, de tal forma que al término de los 3 años se logre un porcentaje de sobrevivencia de al menos el 80%, esto implica que se debe reforestar el primer año toda la superficie, el segundo año, se reponen todas las plantas que no lograron sobrevivir y el tercer año se repite la operación a fin de poder lograr el éxito.

- Se propone la reforestación con estas 2 especies a fin de conservar la biodiversidad y por que son las que más fácilmente se adaptan al sitio.
- Se propone una densidad de plantación de 1,60 plantas por hectárea de tal forma que el número de plantas estará en función de la superficie que se pretenda reforestar.
- Se propone que en cada hectárea se planten 1,000 plantas de pino y 600 de encino en virtud de que la presencia de esta segunda especie es regularmente abundante el área.

Es de suma importancia un programa de protección forestal permanente el cual tendrá la finalidad principal de proteger el área arbolada de la loma de Santa María de posibles incendios forestales ya que con la presencia de vehículos y personas en el sitio es más susceptible la incidencia de un siniestro de esta naturaleza, por lo que se recomienda:

- Abrir una brecha corta fuego de 3 m de ancho alrededor de la superficie arbolada del área de influencia del proyecto.
- Ambos lados de la vialidad se debe cubrir de pasto un ancho mínimo de 3 m y mantenerlo siempre verde o en su defecto abrir una brecha corta fuego del mismo ancho y deberá dársele mantenimiento durante toda la temporada de sequía.
- Colocar letreros alusivos donde se recomiende no arrojar colillas de cigarros ni cerillos al bosque por que pueden generarse incendios forestales.
- Instalar una caseta que funcione como banco de herramientas para el combate y control de incendios forestales en caso de presencia de algunos de ellos.

El periodo de adaptación de las plantas en general es de un año, por lo que será necesario efectuar una conservación estricta durante ese periodo comprobando que tengan humedad, que no tengan plagas y demás factores esenciales para su desarrollo y adaptabilidad.

#### 4. Fauna

- Nidificación: Se pretende repoblar con 18,000 árboles que servirán de percha y nido para las aves, lo que mitigará el impacto negativo que se causó.
- Especies en status: Ninguna especie incluida en la norma NOM-059-SEMARNAT-2001 será afectada por el trazo de la vialidad y por la construcción del túnel.

- Pérdida de especies: La construcción y operación de la vialidad definitivamente ahuyentará a las especies faunísticas del sitio, pero al plantar árboles a lo largo del trazo servirán de percha y nido para las aves.
- Áreas de cría: Sin impacto aparente, por lo que no precisa de medida de mitigación.
- Áreas de reproducción: Sin impacto aparente, por lo que no precisa de medida de mitigación.
- Desplazamiento o efecto barrera: Durante la obra se evitará dañar las especies faunísticas que se pudieran llegar a encontrar en la zona, a las cuales se le ahuyentaran previamente a la ejecución de la obra por realizar.

En la etapa de preparación del sitio y construcción a causa de las obras y de la concentración de personal las especies faunísticas se desplazarán hacia otros sitios aledaños que mantengan las mismas características que el sitio del proyecto en las que están acostumbrados a vivir.

Con el fin de mitigar el efecto barrera que ocasionará la vialidad, el proyecto contempla pasos de fauna, para que esta pueda desplazarse, a cada 250 metros aprox, resueltos a base de tuberías de concreto de 1.20 m de diámetro o bien por medio de bóvedas de sección cuadrada de 1.20 m de lado. El sistema de alcantarillado de la vialidad estará situado en los cadenamientos 00-140-00, 00-340-00, 00-647-13, 00-938-28 y estos serán de 1.20 m.

## R. Gea

5. Estabilidad: Se deberán respetar los ángulos de reposo de los materiales en los cortes y en las excavaciones con el fin de garantizar su estabilidad. No se dejarán rocas susceptibles de derrumbarse. Cualquier ampliación de un corte debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta, o bien formando una banquetta, la cual deberá estar debidamente drenada.

En los casos en que la estabilidad los taludes se vea amenazada y que de acuerdo al ángulo de inclinación de los taludes y a las rocas expuestas se incremente el riesgo de inestabilidad, se deberá incorporar a su superficie malla hexagonal y/o concreto lanzado, con lo que se abatirá el riesgo de inestabilidad en las paredes de los cortes, y con ellos derrumbes y erosión.

Se deberá permitir que la vegetación se incorpore en las superficies de los taludes con el fin de que se puedan enraizar y de esta manera contribuir a la estabilidad de éstos.

Para los cortes en donde aflore la roca se deberá rellenar las fracturas con lechereada a base de cemento y agua, así mismo se deberá proteger las paredes con malla ciclónica en su totalidad del corte y reforzarlas si se considera conveniente con cemento.

En los afloramientos de estratigrafía de brecha volcánica y de materiales arcillosos se deberá proteger de las aguas pluviales y de igual manera las paredes deberán ser protegidas con cemento y malla.

Con el fin de evitar hundimientos diferenciales deberá respetarse la compactación, señalada en el proyecto de acuerdo al proceso constructivo de cada uno de las capas que forman parte del cuerpo de la vialidad, así como en los terrenos de tiro.

El supervisor de obra deberá detectar en campo, si existen zonas de fracturamientos, fallas en donde pueda existir peligro de inestabilidad geológica, con el fin de ordenar el amacize o retiro del material o inclusive la suspensión de los trabajos por realizar en caso de peligro, hasta lograr una solución real al problema detectado.

Se debe garantizar la seguridad de la población asentada hacia abajo del trazo de la vialidad, previendo que a lo largo de la construcción de la vialidad existan elementos que contengan derrumbes, elementos sueltos, fragmentos y cualquier otro elemento que pueda rodarse hacia sitios más bajos.

En los muros de protección de la vialidad se empleará mampostería de tercera clase excepto en la corona donde se utilizara mampostería de segunda clase, en la parte posterior deberá colocarse una capa de piedra filtrante de 30 cm de espesor siempre deberá el ingeniero residente cerciorarse de que la resistencia del terreno sea igual o mayor que la indicada en el cálculo, las proporciones de cada caso las deberá fijar el ingeniero residente como drenes que se colocarán a cada 2 metros como mínimo con tubos de pvc de 10 cm de diámetro, con una inclinación de 10% respecto de la horizontal y su descarga deberá quedar arriba 5 cm, arriba del terreno natural.

Durante la perforación del túnel por medio de base de barrenos y explosivos se tendrá monitoreado el comportamiento del lugar por medio de sismógrafos que registren las vibraciones del sitio con la finalidad de controlar las explosiones y evitar accidentes.

Cuando se combinan las unidades de concreto con el refuerzo de la malla geotextil y tierra compactada, el resultado es un volumen de tierra reforzado que resiste la presión del terreno y el sobrepeso. Esencialmente esta combinación forma un sistema estructural resistente y estable debido a su gran peso de gravedad.

La malla geotextil es un material hecho de poliéster o polietileno de alta densidad. Es fabricado en forma de malla reticular. La malla geotextil se coloca horizontalmente desde el muro y se extiende hacia el terraplén. La malla debe integrarse con el terraplén compactado para construir así una unidad estructural sólida. Con las características de gran fuerza y estandarización, las mallas crean una gran resistencia a la tensión en el terraplén. La malla debe integrarse con el terraplén compactado para constituir así una unidad estructural sólida. Con Las características de gran fuerza (y estandarización), las mallas crean una gran resistencia a la tensión en el terraplén para soportar la fuerza cortante originada por el empuje de la tierra.

Se llevará a cabo la fortificación del túnel por medio de anclas de fricción, marcos de acero, refuerzo de acero, malla de triple torsión, y concreto lanzado.

En cuanto a las fallas es importante señalar sus implicaciones en la construcción de túneles:

- Las fallas deben detectarse perfectamente; conocer su posición respecto al túnel y dónde están los bloques desplazados para planear el sentido de ataque y la forma de estabilizar las paredes.
- Es importante determinar si la falla es inactiva o activa, pues de ser activa, poco podrá hacerse para proteger la construcción, ya que el túnel estaría sometido, repentinamente, a fuertes esfuerzos cortantes, que inclusive podrían ocasionar corrimientos.
- En ocasiones, las zonas de falla están formadas por materiales alterados o faltos de cohesión con tendencia a fluir en el túnel y que puede confundirse con arena.

Con objeto de evitar posibles desprendimientos de las paredes y bóvedas de la excavación del túnel, se emplearán anclas estabilizadoras, cuyo tipo, espaciamiento y profundidad de anclaje deberán ser los que indique el proyecto.

El material producto de derrumbes que se ocasionen dentro del túnel durante su construcción, deberá extraerse de inmediato y llevar al sitio de tiro.

Al excavar el túnel, se evitará aflojar el material de las paredes y bóvedas más allá de la superficie teórica fijada en el proyecto.

Ya que se proyecta la construcción de túneles separados para cada dirección, se deberá estudiar la separación entre ambos, en función de las características del terreno, métodos y secuencias constructivas de ambas perforaciones de manera que se eviten interferencias que pudieran producir inestabilidades o disminución significativa de la seguridad en el sostenimiento o revestimiento. Esta circunstancia será especialmente atendida en las zonas próximas a los emboquilles, o en zonas de eventuales subsidencias que eventualmente pudieran afectar a instalaciones próximas.

La calidad de la roca donde se intercepta la trayectoria del túnel varía de roca de calidad regular a pobre, por lo cuál será indispensable llevar conjuntamente con el avance de la obra un soporte combinado a base de concreto proyectado y anclaje de cables de acero. Lógicamente, en ocasiones el tope del túnel cortará alguna falla o roca de muy mala calidad, por lo cual el soporte primario, se complementará con marcos construidos específicamente para concreto proyectado.

La longitud de los túneles será de aproximadamente 2,500 m lineales. Seguramente, conforme se vaya avanzando en el desarrollo de la obra, se podrán conocer con mayor precisión las características reales del macizo rocoso. Por lo cuál se

recomienda, llevar a cabo inspecciones rutinarias del avance de la obra, mediante levantamientos geológicos para definir los patrones de estructuras presentes, y si no hay formación de prismas de roca inestable, que en un momento dado pongan en riesgo la seguridad del personal y el equipo, así como la buena marcha de la obra.

El sitio se encuentra en una zona sísmica (B) por lo que sus diseños de carga y estructurales están afectados por el factor sísmico correspondiente. Además se deberá evitar dejar cualquier herramienta o material suelto o almacenado sin las precauciones requeridas que pudieran causar un accidente, esto deberá observarse durante todo el periodo en que se realizará la obra ya que un sismo es un evento impredecible.

Durante la construcción se deberá llevar a cabo un estricto control de la calidad de materiales, mano de obra, proceso constructivo para garantizar que estos cumplan con las especificaciones de la SCT.

Durante las etapas de operación y mantenimiento, se deberá garantizar la estabilidad del material sobre todo en hacia la parte superior del trazo con el fin de garantizar la seguridad del usuario.

Se deberá garantizar la seguridad de los pobladores vecinos al trazo del proyecto, hacia la parte baja de la ladera.

6. Erosionabilidad: Los cortes realizados provocarán la intemperización de sus paredes a causa del viento y efectos meteorológicos por lo cual se deberá supervisar continuamente dichos cortes con el fin que durante la operación se garantice su estabilidad y así evitar algún accidente. Se deberá propiciar el crecimiento de vegetación nativa con el fin de que las raíces ayuden a retener el material de las paredes.

Cuando el fondo de la excavación deba hacerse en un lecho de roca o suelo que pueda ser afectado rápidamente por el intemperismo, las excavaciones deberán suspenderse 15 cm aproximadamente arriba del nivel de desplante. La excavación de esta manera deberá continuarse inmediatamente antes de ejecutar la obra, salvo en indicación en contrario se utilizarán los materiales producto de la excavación en el relleno de la misma.

Los cortes realizados provocarán la intemperización de sus paredes a causa del viento y efectos meteorológicos por lo cual se deberá supervisar continuamente dichos cortes con el fin que durante la operación sean seguros y no se vuelvan inestables provocando algún accidente.

7. Morfología: Se evitará dejar material producto de la excavación y perforación de los túneles en el sitio de la obra.

8. **Relieve:** Se evitará dañar más allá del ancho de proyecto, así como dejar material, de corte, residuos u otros materiales en los terrenos aledaños o en sitios que no cuenten con autorización de la autoridad competente. El impacto es irrecuperable

#### **S. Sistemas de transporte**

7. **Automóviles:** Deberán colocarse letreros preventivos con el fin de que el usuario se tenga informado de las obras de construcción y tenga tiempo de reaccionar y tomar las medidas precautorias pertinentes.

Principalmente en el acceso a la construcción, en su intersección con la calle Sansón Flores y al final del túnel en su entronque con la Av. Tecnológico en Santa María, aunque esta última todavía no es muy transitada pero existen las obras de construcción de desarrollos comerciales y habitacionales.

Durante la operación, se tendrá un impacto positivo. La vialidad y el túnel deberán contemplar un plan de accidentes y respuesta a los mismos. Se estima una carga vehicular de 18,000 vehículos diarios con una tasa de crecimiento del 4% anual.

8. **Autobuses, microbuses, taxis, colectivos.** Deberán colocarse letreros preventivos con el fin de que el usuario se tenga informado de las obras de construcción y tenga tiempo de reaccionar y tomar las medidas precautorias pertinentes.

Principalmente en el inicio de la vialidad, en su intersección con la calle Sansón Flores y al final del túnel en su entronque con la vialidad existente.

Durante la operación, se tendrá un impacto positivo.

9. **Camiones de carga:** No se considera medida de mitigación ya que el impacto es positivo. Aunque como ya se ha mencionado anteriormente, cuando se transporte material a granel, los camiones deberán transitar con lonas debidamente sujetas con el fin de evitar vertido de material en su trayecto, aerotransportables y polvos y en caso de existir derrame será responsabilidad del conductor hacer las acciones respectivas para su recolección.

Durante la operación, no se permitirá el libre tránsito de camiones de más de 18 ton (peso máximo considerado para el diseño del pavimento), ni aquellos que transporten materiales y/o sustancias peligrosas.

10. **Conservación de vialidades:** Es preciso la colocación de señalamientos informativos y restrictivos con el fin de que la vialidad sea segura y cómoda para el usuario.

Al finalizar las obras de construcción deberá garantizarse que los accesos utilizados se encuentren por lo menos en las mismas condiciones en que se encontraban antes de comenzar la obra, máxime que transitarán por ellas camiones de carga, equipo y material que pudiera dañarlos con mayor facilidad.

Es preciso realizar programas de mantenimiento periódico para tener la superficie en buenas condiciones, así como de los señalamientos informativos y restrictivos con el fin de que la vialidad sea segura y cómoda para el usuario.

Es necesaria la inspección frecuente del pavimento y de otras estructuras por personal especializado, ya que las grietas y otras roturas superficiales, si no se atienden inmediatamente se pueden convertir en obras de reparación mayor.

Será importante contemplar un plan contra incendios para los meses de sequía entre marzo y junio, tomando en cuenta de que la mayoría de los incendios son provocados de aquí que se deben de tomar las medidas precautorias el control de malezas principalmente ya que en esta época del año es más susceptible la vegetación. Es de importancia detectar a lo largo de la vialidad y en la entrada del túnel el espesor de la maleza que funciona como combustible, tomar en cuenta la pendiente promedio del terreno y el tiempo en meses de sequía.

11. Seguridad vial: Para mantener la seguridad vial se deben instalar señalamientos que indiquen las entradas y salidas de vehículos en las zonas de trabajo y sus alrededores, así como señales donde se indique el área de obras y los señalamientos informativos y restrictivos necesarios para garantizar la seguridad del lugar. Se deberán aplicar las medidas de seguridad del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la SCT.

Quedará estrictamente prohibido que la empresa constructora en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento invada cualquier área ajena al sitio de la obra.

Principalmente en el inicio de la vialidad, en su intersección con la calle Sansón Flores y al final del túnel en su entronque con la vialidad existente.

Dentro del túnel, el proyecto tiene contemplado la instalación de un total de 26 cajas con equipo de seguridad e incendios.

Así mismo se cuenta con dos galerías de evacuación a túnel paralelo.

Se cuenta con un total de 4 escapes para desperfectos mecánicos, 2 en cada túnel.

En el diseño de las salidas de emergencia del túnel y vías de evacuación se prestará especial atención a la seguridad de las personas con discapacidad.

Para evitar deslumbramientos indeseables, en la localización deberá cuidarse ubicar el túnel de tal manera que la entrada o salida no estén dirigidas en determinado momento y estación hacia el sol a poca altura sobre el horizonte. Y por seguridad, hacer obligatorio mediante señalamiento el encendido de los faros al cruzar un túnel.

Para mantener la seguridad vial, durante la operación, se deben instalar señalamientos que indiquen las entradas y salidas de vehículos en las zonas de acceso a la vialidad del túnel y sus alrededores.

Las marcas del pavimento y los señalamientos son utilizados para regular y guiar el movimiento del tráfico y para garantizar la seguridad del camino, por lo cual deberán conservarse y repintarse cada vez que sea necesario.

Implementar y llevar a cabo un plan de emergencia para aplicarlo en caso de ocurrir un accidente dentro del túnel, se deberá considerar cuando menos incendio, explosión, y derrames de sustancias peligrosas.

Se considera el cierre o corte total o parcial de carriles, con ocasión de obras de construcción o de mantenimiento, siempre comenzará fuera del túnel. Con este fin podrán utilizarse señales de mensaje variable, semáforos y barreras mecánicas.

En caso de accidente o incidente grave en el túnel, se cerrará inmediatamente al tráfico. Esto se hará activando simultáneamente no sólo los equipos mencionados situados exteriormente al túnel, sino también las señales de mensaje variable, los semáforos y las barreras mecánicas dentro de éste, cuando existan estos dispositivos, de forma que todo el tráfico pueda detenerse lo antes posible fuera y dentro del túnel. El tráfico se gestionará de tal modo que los vehículos no afectados puedan abandonar rápidamente el túnel.

Los vehículos que rebasen las dimensiones máximas estipuladas de altura, anchura, longitud o peso no podrán circular por el túnel.

#### **Vehículos con acceso prohibido al túnel.**

- Los de tracción animal y las bicicletas.
- Los ciclomotores ligeros.
- Los vehículos con cilindrada inferior a 50 cm<sup>3</sup>
- Los tractores y maquinaria agrícola, vehículos de cadenas, vehículos especiales y máquinas de obras y vehículos de baja velocidad
- Los que emitan humos excesivos o gases tóxicos.
- Los vehículos cuya altura, incluida la carga, sea superior al máximo gálibo permitido (4.50 metros).
- Vehículos de un peso mayor a 18 ton.
- Los transportes de mercancías peligrosas

Se prohíbe la circulación de peatones en el interior del túnel, En caso de falla mecánica, accidente o solicitud de auxilio sólo podrá utilizarse las aceras y solo durante el tiempo y el recorrido imprescindibles hasta alcanzar la salida.

En el diseño de las salidas de emergencia y vías de evacuación se prestará especial atención a la seguridad de las personas con discapacidad.

Quedará estrictamente prohibido el cambio de sentido y marcha en reversa.

Obligar al conductor a respetar una distancia suficiente de seguridad y una velocidad moderada.

Debe informarse a los usuarios sobre la seguridad y normas en general de las instalaciones disponibles (teléfonos de emergencia etc.) No realizar llamadas de emergencia a través de teléfonos móviles, sino que hay que utilizar las instalaciones para emergencia.

En caso de que el vehículo deba permanecer detenido, se deberá apagar el motor y mantenga encendidas las luces de posición. El conductor debe estar consciente de que circula por un tramo con pocas posibilidades de escape por lo que debe respetar, más que nunca, los límites de velocidad, los mensajes y la señalización. Mantener la distancia de seguridad es importantísimo para, en caso de incidente, contar con más tiempo de reacción. En los túneles hay que entrar con precaución porque el ojo tarda unos segundos en adaptarse al cambio de intensidad de la luz. El problema se agrava si empieza en curva. También la salida debe tomarse con cautela porque en zonas de montaña pueden producirse cambios de clima. Mantener la calma y seguir las instrucciones que se vayan dando.

Es importante informar a la población por medio de folletos, cápsulas informativas, tableros informativos dentro del túnel, o cualquier otro medio de comunicación.

12. Tráfico: En los tramos donde se llevarán a cabo las obras y en sus alrededores, se debe evitar al máximo que las obras alteren el tráfico vehicular y que tanto los materiales como el equipo y maquinaria de construcción no invadan las vialidades, ni accesos durante su uso.

Se deberán establecer áreas de espera para que los camiones que cargan el producto de la excavación de manera que no interfieran entre sí o con las obras de construcción. Se deberá implementar un sistema de avisos en los casos que se obstaculice el tránsito. Y deberá exigirse a todos los fleteros que instalen lonas sobre las cajas de los vehículos para evitar partículas suspendidas al momento del transporte de material.

Durante la operación, se debe evitar al máximo que los accesos a la vialidad y al túnel se encuentren obstaculizados y alteren el tráfico vehicular durante su uso u operación. El usuario deberá evitar estacionar los vehículos o paros dentro del túnel, lo que aumenta la probabilidad de ocurrencia de un accidente.

En caso de cierre de la vialidad o del túnel (independientemente del tiempo de duración), deberá informarse a los usuarios de los mejores itinerarios alternativos mediante efectivos sistemas de información, lo cual será por radio principales periódicos que circulan en la ciudad y debido señalamiento en las inmediaciones de la vialidad.

Colocar semáforos y señales de tráfico especialmente en caso de averías, accidentes y cierre de túneles. Cambiar a rojo y con ello crear colas de espera a ser posible frente a los portales del túnel. Informar a los usuarios del túnel acerca de las razones del cierre.

## T. Nivel de ruido y vibración

3. En el sitio: Para evitar la contaminación por emisiones a la atmósfera y ruido proveniente del equipo de construcción, se deberá garantizar que tengan un funcionamiento mecánico adecuado y que se encuentren en buen estado. Las unidades de maquinaria y equipo que se empleen deberán estar en buenas condiciones, si durante la construcción presentan deficiencias, el contratista estará obligado a corregirlas, o a retirarlas reemplazándolas por otras en condiciones óptimas.

Para mitigar el ruido por la voladura de los explosivos, se deberá planear y realizar voladuras poco intensas, de reducidas dimensiones y colocar sobre el área una cama formada por lonas, llantas usadas y mallas metálicas que amortiguarán el ruido y el riesgo de desprendimiento de rocas. Este impacto es mayor durante la construcción de tajos y empotramiento, ya que el impacto disminuye cuando las voladuras se llevan a cabo dentro del túnel.

Se deberán observar todas y cada una de las regulaciones sobre el uso de explosivos emitidas por la Secretaría de la Defensa Nacional, de esta manera se podrán tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes que afecten a las inmediaciones. Asimismo es importante que los habitantes tengan conocimiento previo de las actividades a realizar con explosivos y las medidas de seguridad con que se cuenta para este tipo de actividades.

El procedimiento recomendado para mitigar el ruido producido por los equipos mecánicos que estarán laborando en los portales del túnel, tales como compresoras, generadores de emergencia, etc. será el ubicarlos dentro del tajo de acceso del portal. De esta forma los taludes funcionarán como estructuras de confinamiento, reduciendo el ruido generado a niveles no dañinos al oído humano.

Se deberá: Utilizar los equipos de seguridad, como tapones auriculares, en situaciones de alta generación de ruidos, fomentar el uso de equipos y maquinaria silenciosa.

Para disminuir el impacto que provoca la generación de ruido de los vehículos que transiten dentro del túnel, se colocará a la entrada de los túneles señalizaciones que indiquen cerrar las ventanas del vehículo, la prohibición de abrir el escape y el uso de claxon y sirenas dentro del túnel.

4. Externo al sitio: Con el fin de evitar la tranquilidad de la población y las horas de descanso, en las zonas en que el trazo de la vialidad es cercano a la zona habitacional de Morelia (cadenamiento 400 a 700) se evitarán las obras de construcción fuera del horario de 8 a 19 horas.

Se amortiguará el sonido de los automóviles con la plantación de árboles a lo largo de la vialidad para disminuir un poco dicho efecto.

## U. Estética

3. Paisaje: Las zonas de almacenamiento o descarga de materiales, así como los préstamos, deben ser, después de terminados los trabajos, debidamente recubiertos con vegetación nativa, armonizando las plantaciones con el paisaje existente.

La vialidad será resuelta por medio de muros ecológicos, los cuales facilitará la integración de la vialidad al entorno y dando la impresión a mediano plazo, que se trata de un talud natural.

Una vez terminadas las vialidades se deben someter a un programa de conservación de la superficie y zonas aledañas a efecto de mantener en buen estado la infraestructura vial.

Adicionalmente se sembrarán 18,000 árboles con el fin de compensar la afectación al paisaje.

Deberán incluirse las siguientes medidas correctoras para integrar la reforestación al paisaje.

- En la reforestación se deberá mantener la relación entre especies frondosas y coníferas existentes en el paisaje circundante de la ladera del cerro y apostar por la diversidad.
- Conservar la mayor parte del arbolado ya establecido siempre que sea posible.
- Las zonas a conservar deben tener dimensiones diferentes y formas geométricas irregulares.
- Mantener la escala del paisaje.
- En reforestaciones aisladas dar seguimiento y cuidar especialmente el perímetro de las zonas a reforestar.
- Evitar dar formas demasiado geométricas huyendo de las líneas rectas, apoyarse en la estructura del paisaje.
- No reforestar zonas dejando la vegetación propia en barrancos y cursos de agua.
- Espaciamiento mayor entre las plantas reforestadas.
- Evitar en el diseño los límites perpendiculares o paralelos a las curvas de nivel, es preferible que los límites corten las curvas de nivel con ángulos comprendidos entre 15 y 60°.

Al concluir la etapa de construcción, desaparecerá el impacto temporal ocasionado por la presencia de personal, equipo y maquinaria de construcción.

Se deberá tener cuidado de no dejar en la zona ningún tipo de material, contenedores, empaques o cualquier tipo de residuo que impacte desfavorablemente al paisaje.

La limpieza es básica en la apariencia general de la vialidad, por lo que es imprescindible que ésta y las zonas adyacentes se encuentren libres de todo desperdicio.

A lo largo de la vialidad no se permitirá la colocación de espectaculares ni anuncios de cualquier índole así como iluminación extra a lo estipulado por el proyecto, para evitar un impacto mayor en cuanto a la calidad visual del sitio.

Se deberá garantizar dar el mantenimiento adecuado tanto a la vialidad, como a sus estructuras, áreas verdes y manejo de residuos para evitar que durante la operación se afecte al paisaje.

4. Estructuras: La intromisión visual que ocasionarán las estructuras de la vialidad puede ser mitigada con la plantación de árboles y con la revegetación de los muros ecológicos utilizados para el proyecto de la vialidad.

Durante la operación deberá darse el mantenimiento adecuado.

## **V. Estructura de la comunidad**

11. Reubicación: Sin impacto aparente por lo que no necesita medida de mitigación.
12. Movilidad: como no hay impacto negativo, no se considera medida de mitigación.
13. Infraestructura y servicios: Debido al tipo de impacto, no se requiere de mitigación alguna.
14. Recreación: No se tiene registrado ningún tipo de impacto en este rubro, ya que la vialidad no se afecta ninguna estructura para este fin.
15. Empleo: Se debe dar preferencia de empleo a los trabajadores locales sin exclusión de mujeres.

Durante la operación, la vialidad facilitará el libre transporte de personas a diferentes puntos de la ciudad, promoviendo una alternativa en este rubro.

16. Economía local: Deberá regularse sanitariamente cualquier instalación de alimentos o bebidas que se quiera colocar en la zona del proyecto.
17. Salud poblacional: Se deberá interferir lo menos posible con la población cercana al proyecto. Por otro lado el transporte de materiales a granel deberá ser por medio de camiones cubiertos para evitar aerotransportables a lo largo de su recorrido que afecten a los pobladores.

Con el fin de garantizar la salud poblacional y la protección a su patrimonio, al construir la vialidad panorámica, al hacer las excavaciones y movimientos de tierra por ningún motivo se utilizarán explosivos; solamente se emplearán excavadoras, tractores de máxima potencia, martillos y químicos expansores para hacer dichas excavaciones (esto no aplica a la construcciones del túnel)

Con el fin de garantizar la salud poblacional y la protección de su patrimonio, previo a la construcción de terracerías, el proyecto ejecutivo contempla la colocación a 10 metros aproximadamente aguas abajo de los muros de tierra armada, una malla de acero de triple torsión con altura del orden de 2.0 a 2.5 m, debidamente anclada con postes de acero de 3 pulgadas de diámetro colocadas a cada 4 m aproximadamente y desplantados cuando menos a una profundidad mínima de 2 m, rellenando los pozos de sujeción con concreto hidráulico  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , y usando cables tensores.

La longitud de esta malla puede variar de 50 a 100 m por subtramo, dependiendo del área de trabajo.

El objetivo de las mallas es tratar de interceptar los caídos de tierra y material pétreo que ocasionalmente puedan caer hacia el lado de aguas abajo del acceso, hacia las casas.

Debe considerarse lo siguiente en la operación del túnel:

- Se trata de una obra lineal con un número de accesos limitado.
- Es un lugar encerrado en el que hay que ofrecer un mínimo de condiciones ambientales que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios.
- Se deberá garantizar una atmósfera adecuada en el interior del túnel que no ponga en riesgo la salud del usuario.

18. Salud de los trabajadores: Los trabajadores involucrados con el manejo de explosivos deberán estar debidamente capacitados y contar con el conocimiento previo de las actividades a realizar con explosivos y las medidas de seguridad con que se cuenta para este tipo de actividades.

Debe iniciarse la ventilación del frente de excavación inmediatamente después de la voladura.

El contratista de la obra es responsable de los daños que se ocasionen a la excavación o al personal como consecuencia de una detonación defectuosa o por negligencia en la ubicación del personal y equipo al momento de la detonación.

En la obra se contará como mínimo con un instructivo visible que se consignen los detalles sobre la forma de actuar en casos de emergencia, instalaciones de rescate y de primeros auxilios, extintores de incendio adecuados, luces de emergencia y filtros para monóxido de carbono.

Se contará con medios de comunicación efectivos para uso habitual y para casos de emergencia, entre el frente de la excavación y el exterior de los túneles. En caso de que la comunicación sea interrumpida se suspenderán las obras hasta que la comunicación sea restablecida.

El responsable de la construcción de las obras, proporcionará al personal el equipo adecuado para su protección de acuerdo a la actividad que realice, como cascos, anteojos inastillables, mascarillas contra el polvo, dispositivos para la protección contra el ruido, botas antiestáticas de seguridad, ropa protectora y guantes, entre otros.

Los trabajadores involucrados en la construcción de la vialidad deberán estar previamente vacunados contra tétanos.

Debe considerarse lo siguiente en la construcción del túnel con el fin de maximizar las acciones precautorias.

- Se trata de una obra lineal con un número de accesos limitado.
- Se trata de un espacio más bien reducido en el que transita y trabaja el personal y el equipo, apoyados con recursos (aire, energía, agua, materiales) que se transportan a través del mismo túnel, a veces por grandes distancias, en tuberías, ductos, cables y unidades diversas de acarreo.
- Es un lugar de trabajo encerrado en el que hay que ofrecer un mínimo de condiciones ambientales que garanticen la salud y la seguridad del personal que en él labora.

La compañía constructora deberá conocer la ubicación de los centros de salud más cercanos al sitio del trabajo con el objeto de poder acceder a ellos inmediatamente en caso de que algún accidente ocurra durante la ejecución de la obra.

Ya que la obra se encuentra en la ciudad de Morelia en caso de una emergencia se podrá tener acceso a centros de salud en la ciudad de Morelia, Mich. Los cuales de manera enunciativa son los siguientes:

- Cruz Roja Av. Ventura Puente 270, Tel. 314 5151
- IMSS Av. Madero Pte. 1200, Tel. 312 2880
- ISSSTE Salida a Salamanca Tel. 312 3013
- Centro Médico, Bartolomé de las Casas 636, Tel. 312 8031
- Clínica Hospital de Dios, Mariano de Jesús Torres 81, Tel. 313 6033
- Hospital Star Medica, Virrey de Mendoza 2000, esq. Camelinas, Tel. 322 7700
- Hospital Memorial, Av Camelinas 2111, Tel. 315 1047, 315 1099
- Hospital de la Salud, Ignacio Zaragoza 276, Tel. 312 0990, 312 9847
- Hospital Clínica Fátima, Ana Maria Gallaga 940 Tel. 312 1212, 312 4088
- Sanatorio de la Luz, Juan Escutia y General Bravo, Tel. 314 4464.

- Sanatorio Cuautla, Cuautla 788, Tel 312 1067
- Sanatorio San Rafael, Av. Ocampo 819, Tel 316 7125.

Así mismo se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios por frente de trabajo, siendo éste una caja de fácil transportación para guardar como mínimo el material que se enuncia a continuación.

- Apósitos estériles
- Vendas elásticas
- Tela adhesiva
- Abatelenguas
- Férulas de cartón de 15 x 50 cm.
- Algodón
- Alcohol 90°
- Solución antiséptica.
- Termómetro oral.
- Tijera recta.

19. Valor del suelo: Con la finalidad de evitar los asentamientos humanos en las orillas de la vialidad o dentro de la zona protegida, se deberá llevar a cabo los convenios con SUMA y el ayuntamiento de Morelia y conservar los terrenos del área protegida.

Dentro del área sujeta a conservación que atraviesa la vialidad, por ningún motivo se permitirá ningún tipo de asentamiento. Deberá regularse y respetarse cabalmente esta disposición a fin de que se conserven las características naturales de la zona.

20. Calidad de vida: Se tratará de interferir lo menos posible con la vida de la población cercana al proyecto.

La vialidad promoverá la unión de distintos puntos de la ciudad, disminuyendo tiempos de recorrido, seguridad en su recorrido al desarrollarse con un proyecto geométrico adecuado, se evitará la contaminación atmosférica por ruido y emisiones, lo que redundara en la calidad de vida de los usuarios y de las zonas donde se eliminaran los conflictos viales.

#### **TABLA VI.1 COSTO MEDIDAS DE MITIGACIÓN (Continúa)**

CONSTRUCCION					
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE UNITARIO (\$)	IMPORTE INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO	IMPORTE NO INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO
<b>CONSTRUCCIÓN VIALIDAD</b>					
Adquisición de botellones de 19 litros de agua de marca conocida para consumo humano.	3000	botellón	\$19.00		\$57,000.00
Alcantarillas Tabulares de Concreto.	139	metros	\$2,428.74	\$337,934.88	
Anclas de Soporte para Cortes Inestable de 10m de longitud.	56	pieza	\$4,796.57	\$268,607.92	
Anclas de Soporte para Cortes Inestable de 8m de longitud.	65	pieza	\$3,992.17	\$259,491.05	
Descontaminación de Suelos.	40	m3	\$5,000.00		\$200,000.00
Dispositivo de Protección Amacize de taludes y eliminación de montículo de roca.	1000	m3	\$150.00	\$150,000.00	
Dispositivo de Protección Malla Triple Torsión .	500	m2	\$150.00	\$75,000.00	
Drenaje Pluvial	8	pieza	\$18,027.00	\$144,216.00	
Construcción de Colector de Agua Pluvial y Pozo de Absorción y 4 pozos de absorcion con trampas para grasas y aceites.	1	lote	\$2,000,000.00		\$2,000,000.00
Drenes Perforadores de P.V.C	650	ml	\$149.30	\$97,045.00	
Lavaderos de conc. Hid.fc=100kg/cm2, con sección transversal de 0.1264	25	m	\$191.52	\$4,788.00	
Mamostería en Contracunetas.	1172	m3	\$865.82	\$1,014,645.80	
Mamostería en Cunetas.	468	m3	\$865.82	\$405,134.49	
Mamostería en disipadores a la salidas de obras de drenaje.	48	m3	\$865.82	\$41,247.66	
Mantenimiento, riego de la vegetación reforestada.	16	4 meses	\$1,000.00		\$16,000.00
Muros de Gaviones para control de aguas pluviales en causes.	200	m3	\$700.00	\$140,000.00	
Plantación de árboles: Seto de protección vegetal arbolada: 2,743.6 m2, Área de despunte de árboles: 17,424 m2, Cortes: 6,081 m2 y Camellón: 5,715.5 m2	15000	árbol	\$30.00		\$450,000.00
Barrera viva (Cedros)	5200	árbol	\$30.00		\$156,000.00
Capacitación en cuanto a medidas de mitigacion.	1	curso	\$1,500.00		\$1,500.00
Cercado con postes y alambrado en zona a nivel de piso para evitar acceso a la Area Natural Protegida.	2800	m	\$1.50		\$4,200.00
Plataforma para mantenimiento de equipo y maquinaria de construcción, de arcilla compactada, de 10 cm de espesor, compactado al 90% próctor.	1	plataforma	\$3,000.00		\$3,000.00
Recubrimiento de Taludes.	2080	m2	\$100.00	\$208,000.00	
Restauración con Mat. Vegetal Prod. De Despalme.	7691	m2	\$91.78	\$705,898.34	
Reubicación de postes de transmisión de energía o de teléfonos.	3	pieza	\$2,534.38	\$7,603.14	
Sanitarios portátiles austeros, incluye renta y limpieza una vez por semana del reservorio.	30	sanitario	\$500.00		\$15,000.00
Recolección de residuos sólidos de tipo municipal y disposición al basurero municipal.	70	viaje	\$400.00		\$28,000.00
Recolección por compañía autorizada por SEMARNAT, de lubricantes y aceites usados, estopas y respectivos envases.	2	viaje	\$2,000.00		\$4,000.00
Señalización Vial Precautoria.	1	lote	\$17,000.00		\$17,000.00
Subtotales				\$3,859,612.29	\$2,951,700.00
<b>MONTO TOTAL POR CONSTRUCCIÓN VIALIDAD</b>					<b>\$6,811,312.29</b>

**TABLA VI.1 COSTO MEDIDAS DE MITIGACIÓN (Continuación)**

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE UNITARIO (\$)	IMPORTE INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO	IMPORTE NO INCLUIDO DENTRO DEL PROYECTO EJECUTIVO
<b>CONSTRUCCIÓN TUNEL</b>					
Adquisición de botellones de 19 litros de agua de marca conocida para consumo humano.	700	botellón	\$19.00		\$13,300.00
Capacitación para uso de Explosivos.	1	curso	\$1,500.00		\$1,500.00
Descontaminación de Suelos.	10	m3	\$5,000.00		\$50,000.00
Explosímetro.	1	pieza	\$50,000.00		\$50,000.00
Extintores de Fuego.	40	Pieza	\$700.00	\$28,000.00	
Medidor de Oxígeno.	2	Pieza	\$15,000.00		\$30,000.00
Monitoreo de gases dentro del túnel (calidad del aire) Monóxido de carbono, Oxido de nitrógeno, Oxido de azufre.	12	Monitoreo	\$4,000.00		\$48,000.00
Plataforma para mantenimiento de equipo y maquinaria de construcción, de arcilla compactada, de 10 cm de espesor, compactado al 90% próctor.	1	plataforma	\$3,000.00		\$3,000.00
Recolección de residuos sólidos de tipo municipal y disposición al basurero municipal.	30	viaje	\$400.00		\$12,000.00
Recolección por compañía autorizada por SEMARNAT, de lubricantes y aceites usados, estopas y respectivos envases.	3	viaje	\$2,000.00		\$6,000.00
Sanitarios portátiles austeros, incluye renta y limpieza una vez por semana del reservorio.	105	sanitario	\$500.00		\$52,500.00
Supervisión de medidas de control y mitigación de impacto ambiental.	12	mes	\$10,000.00		\$120,000.00
Subtotales				\$28,000.00	\$386,300.00
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN TUNEL</b>					<b>\$414,300.00</b>
<b>OPERACIÓN</b>					
<b>OPERACIÓN TUNEL</b>					
Monitoreo de gases dentro del túnel (calidad del aire) Monóxido de carbono, Oxido de nitrógeno, Oxido de azufre.	12	Monitoreo	\$4,000.00		\$48,000.00
Ventilación Forzada al interior del Tunel en caso de requerirse.	2	Lumbreras	\$500,000.00		\$1,000,000.00
Limpieza y desazolve de los elementos de drenaje empleados antes y durante la temporada de lluvias.		Permanente			
Supervisión condiciones físicas del drenaje lloraderos, encauzamientos, revestimientos, cunetas y contra cunetas.		Permanente			
Supervisión de las condiciones del pavimento.		Permanente			
Supervisión de Reforestación.		Permanente			
Remediación Suelo en caso de accidente vial.		Permanente			
Recolección de Residuos.		Permanente			
Mantenimiento, poda de la maleza.		Permanente*			
Supervisión de Taludes.		Permanente			
Supervisión y mantenimiento de los taludes y terraplenes.		Permanente			
Subtotales				\$0.00	\$1,048,000.00
<b>TOTAL OPERACIÓN TUNEL</b>					<b>\$1,048,000.00</b>
<b>MONTO TOTAL POR CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL TUNEL</b>					<b>\$1,462,300.00</b>
			<b>Total</b>	<b>\$3,887,612.29</b>	<b>\$4,386,000.00</b>
			<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$8,273,612.29</b>	

## **VI.2 IMPACTOS RESIDUALES**

Se entiende por “impacto residual” al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación que contribuyen en la mayoría de los casos a que los impactos sean reducidos en su magnitud.

Dentro de los impactos residuales negativos detectados, se encuentran los siguientes:

1. La adquisición del derecho de vía de la vialidad, lo que implica un cambio en el régimen jurídico y en el uso del suelo de tipo permanente.
2. Cambios en la estructura y composición del paisaje.
3. Afectación a la vegetación debido al desmonte.
4. Modificación de las geoformas dominantes debido a los cortes y terraplenes en 4.39 has.
5. Remoción de la capa superficial de suelo vegetal en la superficie, debido al desmonte y despalme. Modificación en 4.39 has para derecho de Vía.
6. Cambio de Uso de Suelo y destrucción parcial de especies de comunidades vegetales de bosque Pino-Encino, Matorral Subtropical, Bosque Inducido y comunidades vegetales secundarias en 4.39 has.
7. Cambios en el comportamiento y distribución de la fauna local producto de la pérdida en la calidad del hábitat silvestre en el derecho de vía de 4.39 has.
8. Destrucción de la estructura y capacidad productiva del suelo en 4.39 has.
9. Modificación de la hidrología superficial ya que el proyecto contempla drenaje pluvial encauzado a pozos de absorción y a colector pluvial.

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. VI-220

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACION O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL VI-220

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES VI-255

## **VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO**

Las tenencias de Santa María y Jesús del Monte, han presentado un proceso acelerado de urbanización, han incrementando la densidad poblacional del sitio y el creciente desarrollo de equipamiento urbano como es el caso de Escuelas, Universidades, desarrollos comerciales y habitacionales, situación que se espera sea mucho mayor en los próximos años, por lo que el proyecto beneficiará indudablemente a la población que tiene que usar los accesos antes mencionados.

El proyecto resulta ser una ruta muy importante para conectar la zona sur de Morelia, en este caso representada por la Av. Camelinas que es la que tiene mayor tráfico (del orden de 40,000 vehículos/día), con la Loma de Santa María.

Como se ha mencionado, actualmente solo se tienen tres accesos a Santa María (por La Paloma, por el Parque Juárez y por la Casa de Gobierno), los cuales se han visto saturados a causa del crecimiento acelerado de la zona, ya que dichos accesos no fueron planeados para ser vialidades primarias que satisficieran la demanda actual de servicio y mucho menos al crecimiento acelerado que ha tenido esta zona de la ciudad. Con el fin de satisfacer la demanda vial existente se tomaron soluciones parciales y temporales que no son una solución real al problema vial de la zona, ya que se procedió a habilitar calles de fraccionamientos habitacionales como acceso a la zona, como es el caso de la subida “La Paloma” la cual originalmente era un empedrado. Los tres accesos existentes presentan un bajo nivel de servicio, una obvia falta de capacidad para el flujo vial actual sobre todo en las horas pico, presentando un desarrollo geométrico inadecuado con pendientes pronunciadas, curvas cerradas y carriles angostos, carpetas de rodamiento en malas condiciones al no estar proyectadas para el flujo vial que transita por ellas, y favoreciendo accidentes debido a las malas condiciones que presentan dichas subidas y a la irresponsabilidad de algunos usuarios.

Si en la actualidad ya se presentan problemas de congestionamiento y saturación de dichos accesos y de sus intersecciones con la Av. Camelinas y con el Periférico Sur, es de esperarse que con la densificación de la zona (lo cual como se ha visto será independiente del proyecto en estudio), el problema sea cada vez mayor por lo que el presente proyecto obedece a la necesidad de proporcionar a la población un acceso seguro, con un desarrollo geométrico adecuado que permita acceder a una zona que actualmente presenta problemas de congestionamiento vial y que a corto plazo se espera sea mucho mayor, ya que la densificación de la zona va en aumento, por lo que la solución a la falta de equipamiento vial de la zona de Santa María se debe de realizar de una manera planeada conforme a la situación real de crecimiento de la zona y no una vez que el problema vial se agudice y sea entonces cuando se pretenda resolver la problemática vial de manera perentoria y arbitraria. Recordando que el presente proyecto forma parte de un proyecto integral de vialidades para la zona sur de la Ciudad de Morelia.

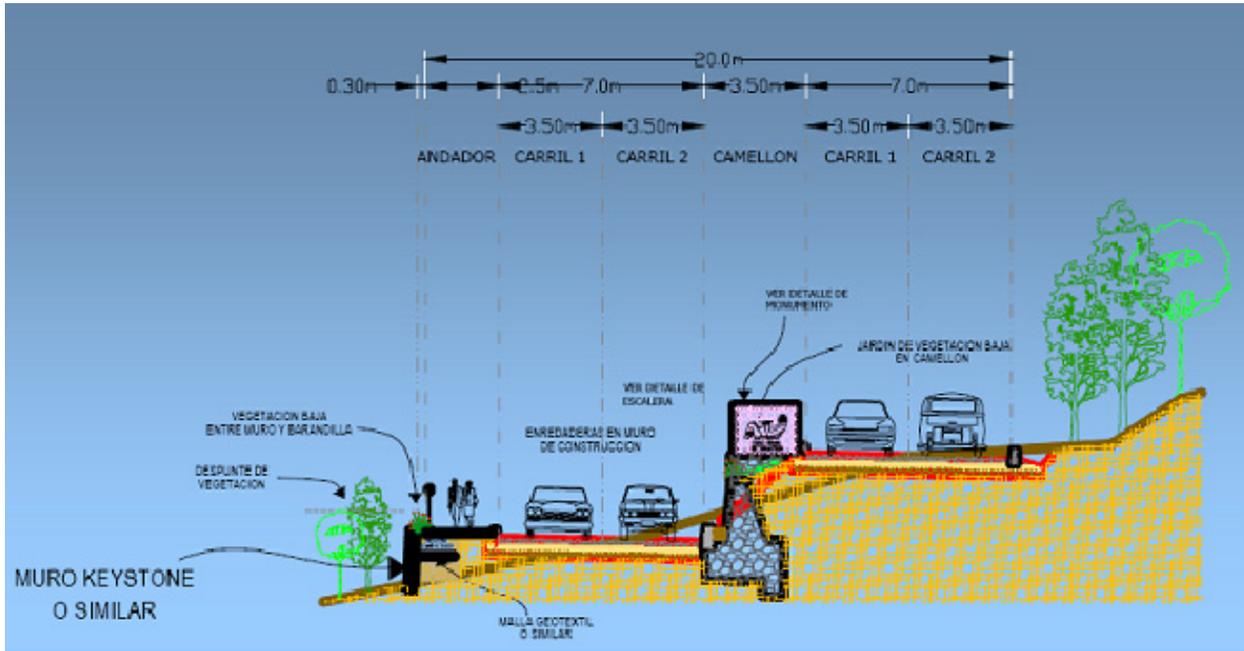
Dentro de las medidas de mitigación propuestas en el proyecto, se contempla la reforestación de zonas cercanas al proyecto con especies vegetales nativas, para lograr un bosque rejuvenecido y conveniente a la comunidad vegetal natural.

En el proyecto ejecutivo se contemplaba la plantación de 15,000 árboles hasta este momento el H. Ayuntamiento de Morelia da a conocer la plantación de 18,000 árboles. Es preciso mencionar que en la zona del proyecto en la loma solamente caben 8,800 el resto se sembrarán en la cuenca del río Chiquito.

Esta vialidad será de cuatro carriles en dos cuerpos de circulación será una vía de superficie blanca de concreto hidráulico con superficie de rodamiento de larga duración, con señalización e iluminación adecuada dentro y fuera del túnel, en este se contará con dos lumbreras de ventilación y cuatro conexiones entre cada túnel con equipo para emergencia como extintores especiales para automóvil principalmente.

El proyecto ejecutivo cuenta con el proyecto de arquitectura del paisaje de la vialidad para incorporarlo al medio. (Construcción de jardineras con piedra producto de excavación, creación de pantallas visuales y mosaicos de vegetación, colocación de vegetación de ornato, enredaderas en muros.)

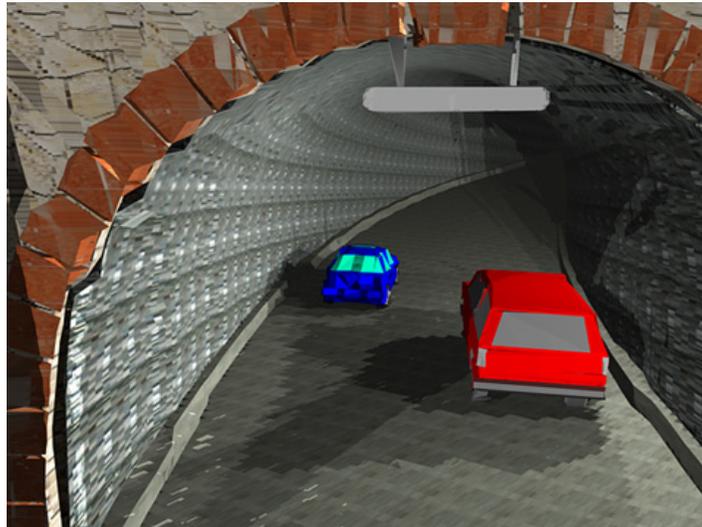
## **FIGURA VII.1 SECCIONES TIPO DE VIALIDAD PANORÁMICA**



El señalamiento horizontal y vertical que se aplicará en este tipo de vialidad permitirá que los usuarios tengan la seguridad necesaria para conducir esta ruta con el confort y operación adecuados, tanto de día como de noche.

**FIGURA VII.2 SIMULADOR DE CÓMO QUEDARÁ LA OBRA**





En cuanto a la estabilidad de los terraplenes se contendrán con un sistema de tierra mecánicamente estabilizada lo que representa no afectar con los taludes excesivos el área del bosque.

Los taludes de los cortes se estabilizarán con anclas y malla de triple torsión, en donde se colocará (vegetación) con el sistema de hidrosiembra para integrar taludes más seguros en lo posible.

Los muros de contención para terraplén en camellón central estarán compuestos por bloques de piedra, gravas y arenas finas

Los muros ecológicos se contemplan a lo largo de la vialidad y que se realicen mediante el sistema de muros de retención "Keystone" donde se incluye la técnica de hidrosiembra para la estabilidad de taludes y laderas.

**FIGURA VII.3 MUROS DE RETENCIÓN "KEystone"**



El derribo de árboles será direccional y los individuos por afectar mayores de 10 cm de diámetro en total son 929, de los cuales el 31% de estas especies son introducidas como son los eucaliptos y Casuarinas, 34% son encinos y el otro 35% especies nativas como nopales, acacias, Güitite, fresnos y Pirules principalmente.

A lo largo de la vialidad se plantará seto de vegetación formado por 5,200 árboles de Cedro (*Cupressus lindleyii*) con el fin de ayudar a la estabilidad de los taludes y además que sirva como barrera natural para proteger el área verde adyacente.

**TABLA VII.1 ESPECIES UTILIZADAS PARA LA REFORESTACIÓN**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Encino	<i>Quercus rugosa</i>
Fresno	<i>Fraxinus udhei</i>
Capulín negro	<i>Prunus capulli</i>
Capulín blanco	<i>Ehretia latifolia</i>
Pino lacio	<i>Pinus michoacana</i>

**FIGURA VII.4 VISTA GENERAL DEL ÁREA A REFORESTAR**



NOTA: Superficie a reforestar dentro de Loma de Santa María = 45,142 m<sup>2</sup>  
Árboles por plantar dentro de la Loma de Santa María = 8,811 árboles  
Árboles restantes por plantar dentro de la cuenca del Río Chiquito = 11,000 árboles

En cuanto a drenaje, el proyecto contempla la construcción de un cunetas, contracunetas, drenes, un colector pluvial, la construcción de cuatro pozos de absorción, con la finalidad de captar las aguas pluviales y evitar que estas puedan ocasionar inundaciones en las zonas habitadas o sean causa de procesos erosivos.

Con el proyecto existirá reducción en los tiempos de traslado al tener una vialidad alterna con mayor capacidad y adecuado proyecto geométrico para acceder a Santa María, el proyecto contribuirá a descongestionar las subidas actuales, y con ello disminuirá las emisiones a la atmósfera y contaminación acústica por el congestionamiento vial que se da en ellas. Disminuirá el desgaste de los frenos de los vehículos que transitan por ella así como el consumo de gasolina. Al no tener el usuario que estar inmerso en una vialidad saturada también provocará una disminución en el stress del usuario y con ello se abatirán accidentes ya que aunado a que la vialidad nueva cuenta con un desarrollo geométrico adecuado, planeada y segura, otra causa de accidentes es la imprudencia o distracción del usuario, situación que se incrementa cuando existen congestionamientos viales.

Es de esperarse que adicionalmente se tendrá un impacto benéfico para los habitantes que se encuentran asentados en los accesos actuales ya que al disminuir el tránsito vial disminuirán los congestionamientos viales de los accesos, así como el conflicto en horas pico para entrar y salir de sus casas, disminución de ruido y contaminación y con ello se recuperará en algo la seguridad vial de la zona.

Reducción de accidentes viales al tener una vialidad segura y con adecuado desarrollo geométrico.

Como es sabido un camino abre frentes de desarrollo en sus vecindades, y la problemática puede ser mayor por la presión que ejerce la mancha urbana sobre la loma de Santa María, por lo que con el fin de mantener y conservar el área protegida, se deberá prohibir terminantemente el crecimiento urbano y desarrollo de asentamientos de cualquier tipo en las vecindades del proyecto.

Habrá que tomar en cuenta que en un futuro próximo se deberá proyectar y ejecutar la construcción de un paso a desnivel en el entronque de la Av. Camelinas con la Av. Sansón Flores para facilitar el acceso a la vialidad, así como se tiene contemplada la construcción de la Gaza 10.

## **VII.2 Programa de vigilancia ambiental**

El programa de vigilancia ambiental, se establece una vez que son identificadas las ocurrencias de impactos severos o críticos a causa de la implementación del proyecto.

El monitoreo o seguimiento de las variables de interés al proyecto es una actividad crítica para verificar que las medidas de mitigación han funcionado adecuadamente y en su caso, para determinar si son necesarias modificaciones y definir el tipo y magnitud de la modificación o redefinición de las medidas.

Debido al tipo de proyecto, a su interacción con el medio, los impactos detectados fueron en su mayoría moderados, sin embargo se detectaron en las etapas de preparación del sitio y construcción 5 impactos negativos de importancia severa; entre los cuales se encuentra el movimiento de tierras, la estabilidad edafológica y geológica del sitio, daño a vegetación existente y modificación al paisaje. Mientras que en la etapa de operación se identificaron 4 impactos negativos de importancia severa entre ellos la amenaza del cambio de uso forestal (por invasión de otros usos del área verde), la estabilidad geológica, el valor del suelo y la modificación del paisaje, por lo que se precisa de un programa de monitoreo que supervise dichos factores.

Para la efectividad del programa de vigilancia ambiental, se deberá dar un correcto seguimiento, la vigilancia ambiental se llevará a cabo desde el comienzo de las obras hasta verificar que el comportamiento de las estructuras construidas sea el adecuado. La supervisión deberá realizarse mediante una supervisión en campo durante las diferentes etapas del proyecto, donde se verifique la correcta implementación de las medidas de mitigación propuestas. Se recomienda contratar un supervisor de impacto ambiental, con estudios y experiencia necesarios para poder llevar a cabo las actividades requeridas.

El supervisor será responsable de que las acciones de supervisión y el cumplimiento de las medidas de mitigación se documente, deberá llevar bitácoras, reportes fotográficos y/o video. Será el responsable de preparar reportes del cumplimiento de las medidas de mitigación cuando se le requiera.

La supervisión ambiental cobra gran importancia puesto que podrá detectar impactos no previstos durante la ejecución y operación del proyecto, antes de que estos sean

irremediables, permitiendo implementar sus medidas correctoras correspondientes una vez que se detecten.

De manera general se deberá establecer un programa que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación y prevención contenidas en el presente estudio y adecuado de acuerdo al programa de obra determinado en base a la licitación realizada y que las medidas preventivas, de mitigación y compensación se apliquen correctamente y sean suficientes de manera que los niveles de impacto estén siempre por debajo de los considerados críticos. Dicho programa tendrá como objetivos los que se enumeran a continuación:

- Supervisar que, en relación con el medio ambiente, la ejecución de la obra se realice según el proyecto y de acuerdo a las condicionantes en el momento de su autorización.
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental.
- Verificar la exactitud y corrección de la evaluación del impacto ambiental realizada.
- Comprobar en el terreno que las medidas de mitigación propuestas se aplican y de manera correcta.
- Comprobar en el terreno los efectos del desarrollo del proyecto y verificar si éstos se ajustan a lo previsto. Esto permitirá corregir las medidas propuestas en caso de ser necesario.
- Verificar la ocurrencia de impactos no detectados.
- Procesar la información correspondiente a la efectividad de medidas de mitigación propuestas de manera que permita conocer su calidad y oportunidad así como detectar sus carencias e imperfecciones.

Dentro de las actividades a desarrollar, de manera enunciativa se encuentran las siguientes:

Durante las diferentes etapas constructivas:

- Prestar especial atención a la presencia de fallas o discontinuidades importantes, de ámbito regional o local, máxime que se tiene ubicada en la zona la falla de la Paloma.
- En caso de que existan dudas acerca de la existencia de elementos geológicos (fallas y fracturas) o de la estabilidad de la zona de trabajo, será necesario que se realicen estudios más profundos que garantice la seguridad del sitio y la compatibilidad del diseño realizado en el proyecto ejecutivo.
- Para la construcción de los túneles paralelos, se deberá analizar la incidencia de las vibraciones (causadas por voladuras, etc.) inducidas sobre cada uno durante la construcción del otro.

- En el manejo de explosivos deberá supervisarse para que se realice con todos los cuidados necesarios que garanticen la seguridad del personal y la integridad de la obra.
- Verificar durante las excavaciones y cortes, la estabilidad de bloques por que puede verse afectada provocando deslizamientos y fallas provocadas por las propias obras de construcción.
- Supervisar el movimiento de tierras ya que los cortes y excavaciones ya que se podrían tener bloques sueltos que puedan rodar hacia partes bajas e inclusive poner en riesgo las propiedades existentes en las partes bajas de la loma adyacentes al proyecto.
- Verificar la estructuración del pavimento de concreto hidráulico el cual para la vialidad deberá ser de 10 cm de espesor y para el túnel vial de 21cm., de espesor de 300 kg/cm<sup>2</sup> el cual deberá estar compuesto por las siguientes capas base hidráulica, riego de Impregnación y losas de concreto hidráulico
- Supervisar que las excavaciones se realicen por etapas con la finalidad de evitar la existencia de expansiones del fondo de las excavaciones, así como desplazamientos laterales de las paredes de la excavación.
- Supervisar durante la preparación del sitio y construcción, la estratificación del suelo, en caso de que esta sea diferente a la presentada en los presentada en el estudio Geológico y geofísico para la vialidad panorámica y en el geotécnico para el túnel, se deberán tomar las precauciones correspondientes, inclusive suspender la obra para la realización de estudios específicos y en su caso realizar las modificaciones correspondientes para garantizar la seguridad de las estructuras.
- Se debe supervisar el programa de recolección, limpieza y transporte eficiente de residuos hasta su disposición final de a cuerdo a su confinamiento según la normatividad.
- El terreno utilizado para el sitio de tiro deberá compactarse para garantizar en un futuro mediante un estudio de mecánica de suelos que este presente características óptimas para el establecimiento de infraestructura a futuro.

Durante la operación:

- Tanto en el túnel como en la vialidad se deberá supervisar el estado que guardan los taludes y terraplenes con el fin de garantizar su estabilidad, así mismo se deberá inspeccionar periódicamente para retirar de las laderas de la Loma de Santa María, en su caso, material inestable y dar el mantenimiento necesario o la reparación de elementos necesarios para garantizar su estabilidad efectiva.
- Monitoreo de la calidad del aire dentro de los túneles en la operación será por lo menos una vez al mes durante el primer año de operación.

- Será necesario dar mantenimiento al drenaje, sobre todo antes de la época de lluvias, eliminando residuos y azolves, para evitar que éste opere de manera deficiente, evitar sobrepresiones hidrostáticas sobre talud y túnel y este en condiciones de drenar el agua.
- Adecuado funcionamiento de alcantarillas en lo referente a flujos de agua y cruce de animales. Las alcantarillas al mediano y largo plazo deben permanecer libres de sedimentos o materiales que obstruyan su función.
- Es importante que en las áreas de corte de la vialidad, no se dejen árboles a bordo de talud en virtud de que serán susceptibles de desenraizarse, provocando derrumbes y obstrucción de la vialidad.
- Garantizar la recuperación de la cubierta vegetal dentro del derecho de vía y zonas ocupadas por infraestructura del proyecto.
- Realizar poda de por lo menos dos veces al año de preferencia anterior a la temporada de lluvias a la vegetación incluida como seto de protección de paisaje u ornamental y garantizar la supervivencia de esta con el riego continuo.
- Es necesario que se establezca una estricta vigilancia por parte del municipio para que por ningún motivo se extienda la mancha urbana hacia las zonas contiguas a la vialidad, y que por ningún motivo se de el uso de suelo en la zona distinto al de reserva ecológica.

Los programas de mantenimiento se muestran en los anexos "Programas".

**TABLA VII.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

ACTIVIDAD						Época de lluvias						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Noviembre	Diciembre
Eliminación de malezas y pastos.												
Supervisión y rehabilitación de pavimentos												
Supervisión, mantenimiento y acondicionamiento de taludes y muros de contención.												
Supervisión, mantenimiento y reparación de las banquetas y banquetas del túnel												
Rehabilitación y limpieza de cunetas, curvas, contracunetas, avadones, diques												
Inspección y reparación de estructuras (puentes, terraplenes, etc.)												
Supervisión, mantenimiento y reparación de la señalización y alumbrado de la vialidad.												
Verificación y sustitución de colibrates caretes de obra.												
Verificación y conservación del estado del pavimento horizontal y vertical y su estabilización.												
Rancho a través de manzanillas												
Limpieza y recolección de residuos												

### **VII.3 Conclusiones**

Morelia es una ciudad con grandes expectativas de crecimiento y desarrollo, lo cual brinda la oportunidad para un desarrollo en beneficio de la sociedad, lo que hace ser un municipio con grandes posibilidades de crecimiento económico y desarrollo sustentable. Es una de las ciudades más importantes del estado, no solamente por ser la capital del estado, sino por las actividades económicas que en ella se desarrollan al ser un centro regional de intercambio comercial considerado como polo de desarrollo de primera magnitud.

La población de la ciudad de Morelia ha crecido considerablemente, siendo un reto a satisfacer el del equipamiento urbano. En lo referente al equipamiento vial, la falta de vialidades, o la falta de capacidad de éstas al crecer el flujo vehicular, provoca congestionamientos viales, pérdida de tiempo, estrés en el usuario, transporte irregular, accidentes, contaminación atmosférica y acústica, situación que ocurre en varios puntos de la ciudad, afectando la calidad de vida de los habitantes.

Los tres accesos a Santa María (por La Paloma, por el Parque Juárez y por la Casa de Gobierno), se han visto saturados a causa del crecimiento acelerado de la zona, ya que dichos accesos no fueron planeados para ser vialidades primarias que satisficieran la demanda actual de servicio y mucho menos al crecimiento acelerado que ha tenido esta zona de la ciudad. Con el fin de satisfacer la demanda vial existente se tomaron soluciones parciales y temporales que no son una solución real al problema vial de la zona, ya que se procedió a habilitar calles de fraccionamientos habitacionales como acceso a la zona, como es el caso de la subida "La Paloma" la cual originalmente era un empedrado. Los tres accesos existentes presentan un bajo nivel de servicio, una obvia falta de capacidad para el flujo vial actual sobre todo en las horas pico, presentando un desarrollo geométrico inadecuado con pendientes pronunciadas, curvas cerradas y carriles angostos, carpetas de rodamiento en malas condiciones al no estar proyectadas para el flujo vial que transita por ellas, y favoreciendo accidentes debido a las malas condiciones que presentan dichas subidas y a la irresponsabilidad de algunos usuarios.

Si en la actualidad ya se presentan problemas de congestionamiento y saturación de dichos accesos y de sus intersecciones con la Av. Camelinas y con el Periférico Sur, es de esperarse que con la densificación de la zona sea el problema cada vez mayor por lo que el presente proyecto obedece a la necesidad de proporcionar a la población un acceso seguro, con un desarrollo geométrico adecuado que permita acceder a una zona que actualmente presenta problemas de congestionamiento vial y que a corto plazo se espera sea mucho mayor, ya que la densificación de la zona va en aumento, por lo que la solución a la falta de equipamiento vial de la zona de Santa María se debe de realizar de una manera planeada conforme a la situación real de crecimiento de la zona y no una vez que el problema vial se agudice y sea entonces cuando se pretenda resolver la problemática vial de manera perentoria y arbitraria.

Las tenencias de Santa María y Jesús del Monte, han presentado un proceso acelerado de urbanización, han incrementando la densidad poblacional del sitio y el creciente desarrollo de equipamiento urbano como es el caso de Escuelas, Universidades, desarrollos comerciales y habitacionales, situación que se espera sea mucho mayor en los próximos años, por lo que

el proyecto beneficiará indudablemente a la población que tiene que usar los accesos antes mencionados.

Con el proyecto existirá reducción en los tiempos de traslado al tener una vialidad alterna con mayor capacidad y adecuado proyecto geométrico para acceder a Santa María, el proyecto contribuirá a descongestionar las subidas actuales, y con ello disminuirá las emisiones a la atmósfera y contaminación acústica por el congestionamiento vial que se da en ellas. Disminuirá el desgaste de los frenos de los vehículos que transitan por ella así como el consumo de gasolina. Al no tener el usuario que estar inmerso en una vialidad saturada también provocará una disminución en el stress del usuario y con ello se abatirán accidentes ya que aunado a que la vialidad nueva cuenta con un desarrollo geométrico adecuado, planeada y segura, otra causa de accidentes es la imprudencia o distracción del usuario, situación que se incrementa cuando existen congestionamientos viales.

Es de esperarse que adicionalmente se tendrá un impacto benéfico para los habitantes que se encuentran asentados en los accesos actuales ya que al disminuir el tránsito vial disminuirán los congestionamientos viales de los accesos, así como el conflicto en horas pico para entrar y salir de sus casas, disminución de ruido y contaminación y con ello se recuperará en algo la seguridad vial de la zona.

Otro punto importante del proyecto es que esta infraestructura vial se pretende construir con la tecnología de la más alta calidad, enfatizando nuevamente la protección ambiental y social e inserción al entorno como obra de comunicación que genere empleos, por su apertura y motivación a las inversiones comerciales, industria de la construcción, turismo

En la actualidad se presentan problemas de congestionamiento vehicular y saturación de los accesos que unen a la ciudad de Morelia con la loma de Santa María, es de esperarse que a la par de la progresiva densificación de la zona, el problema vial sea cada vez mayor, de tal manera que el presente proyecto obedece a la necesidad de proporcionar a la población un acceso seguro, con un desarrollo geométrico adecuado, el cual no debe de ser considerado como una solución única ya que para satisfacer el equipamiento vial de esta zona de crecimiento acelerado debe de incorporarse un plan integral de vialidad que obedezca al equipamiento vial necesario.

La Vialidad Panorámica y Túnel Vial en la Loma de Santa María, proyecto que es sujeto del presente estudio, estarán situados al sur de la ciudad, en las vecindades de los Fracc. Ejidal Santa María, Condagua donde se ubica SUMA y Prados del Campestre, por toda la falda del cerro de Santa María., dentro de la zona sujeta a conservación ecológica “Loma de Santa María y Depresiones Aledañas” y en terrenos de propiedad privada.

Desde antes de ser declarada La Loma de Santa María como zona natural protegida, el área ya se utilizaba en distintas partes como sitios de paso y pastoreo de ganado mayor y menor. Sin embargo por la fuerte pendiente esta actividad no se ha llevado productivamente, de acuerdo al Plan de Manejo de la Loma de Santa María se proponen varias actividades para el Área Natural Protegida algunas de estas actividades se pueden desarrollar en lo que ahora se conoce como el “Bosque de Lázaro Cárdenas” que colinda con el sitio de estudio

de esta ciudad, para la realización de funciones como la recreación, investigación conservación, entre otras.

En toda la región de Morelia existen plantaciones con especies nativas e introducidas como el Eucalipto y la Casuarina las cuales se han establecido con diferentes propósitos, sobre todo para tratar de contrarrestar los efectos de la deforestación, aunque con resultados muy variables y muy poco satisfactorios y el cerro de Santa María no es la excepción ya que se encuentran estos elementos principalmente en la parte baja del cerro. Aunque el Área Protegida de la Loma de Santa María cuenta con un Programa de Manejo, se manifiesta su descuido ya que se puedan encontrar zonas perturbadas, partes deforestadas, sitios donde se han acumulado residuos y zonas erosionadas hacia la parte alta de la loma.

La selección de construir un Túnel Vial obedece principalmente a una decisión ambiental ya que al ubicarse el proyecto dentro de la zona sujeta a conservación “Loma de Santa María y Depresiones Aledañas”, el construir una vialidad superficial incrementa considerablemente la afectación para albergar el cuerpo de la carretera, por lo que con el Túnel Vial se elimina en gran porcentaje la afectación de dicha área, no solamente se dará solución al problema vial, sino que con éste también se evita un mayor impacto con la interferencia del Área Protegida de la Loma de Santa María.

Como es sabido un camino abre frentes de desarrollo en sus vecindades, y la problemática puede ser mayor por la presión que ejerce la mancha urbana sobre la loma de Santa María, por lo que con el fin de mantener y conservar el área protegida, se deberá prohibir terminantemente el crecimiento urbano y desarrollo de asentamientos de cualquier tipo en las vecindades del proyecto.

Dentro de los proyectos ejecutivos se ha tomado en cuenta el proyecto paisajístico de la vialidad con el fin de incorporarlo al medio de una manera armoniosa, si bien se requiere eliminar cubierta vegetal para albergar el proyecto se contempla la reforestación con especies arbóreas y en jardinerías vegetación de ornato para minimizar el impacto generado, a lo largo de la vialidad panorámica se han considerado pasos de fauna menor, la construcción de muros ecológicos para la estabilización de taludes, la construcción de las obras hidráulicas necesarias tanto en la vialidad, como en el túnel a fin de afectar lo menos posible la hidrología de la zona.

A partir de la metodología antes señalada se puede concluir que para la etapa de preparación del sitio y construcción, el resultado ascendió 46 impactos detectados, de los cuales 41 impactos son adversos, 5 impactos positivos y 21 parámetros sin impacto aparente

De los 41 impactos negativos, 4 son de importancia irrelevante, 32 son de importancia moderada, y 5 severos; entre los impactos severos se encuentra el movimiento de tierras la estabilidad edafológica, geológica del sitio, daño a vegetación existente y al paisaje. Los 6 impactos restantes son positivos de importancia moderada.

En las etapas de operación y mantenimiento, de los 67 parámetros analizados, se identificaron 34 parámetros con impacto, 20 impactos adversos 2 irrelevantes 14 son de importancia moderada, 4 de importancia severa entre ellos el uso forestal, estabilidad, valor

del suelo y paisaje, los 14 impactos positivos son 10 impactos moderados y 4 severos, dentro de estos impactos están los automóviles, taxis y microbuses, seguridad vial y tráfico.

El proyecto ejecutivo para la “Construcción de la Vialidad Panorámica Ecológica de la Av. Sansón Flores a La Loma de Santa María” elaborado por la empresa ILCON S.A. de C.V. (Ingeniería y Laboratorio para la Construcción S.A. de C.V.) y el “Proyecto Ejecutivo de Túnel Vial para La Loma de Santa María, Morelia” elaborado por el Ing. Oscar M. Pérez Rosales y el Arq. Oscar R. Guerrero Rojas, ha integrado la mayoría de las medidas de mitigación en su diseño.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción será responsabilidad de las empresas constructoras involucradas conocer y cumplir con las medidas de mitigación que le correspondan, así como con las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones oficiales en materia de protección ambiental, con el fin de evitar al máximo los impactos adversos derivados del proceso constructivo de la obra y estar en posibilidades de exigir a sus trabajadores el cumplimiento de las regulaciones establecidas. El constructor será el responsable de la calidad ambiental que guarde el sitio donde se llevará a cabo el proyecto, debiendo mantener por lo menos la calidad ambiental existente e inclusive mejorarla al evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales que se generen con el proyecto.

Durante el periodo de realización de las obras deberá existir una señalización adecuada, tanto informativa, preventiva y restrictiva. Se deberá informar a la ciudadanía de las obras por medio de señalamientos previos a las zonas de construcción con el fin de que el usuario pueda estar informado y pueda tomar vías alternas para no entorpecer la vialidad en la zona de construcción sobre todo en los accesos. Con esto se podrá evitar al máximo cualquier accidente debido a la falta de atención de los conductores o por ignorancia de los mismos.

Durante la operación, para evitar los efectos desfavorables con respecto a la seguridad vial y la fluidez de la circulación, se tiene contemplado una señalización e iluminación adecuada de la vialidad y el túnel desde los puntos de acceso y salida.

Dentro de las medidas de mitigación se contempla la Incorporación a la vialidad de una barrera biológica para aislar y proteger a la vida silvestre del ruido de vehículos, prevenir contactos o influencia del hombre; que se consideren en el proyecto la construcción de pasos de fauna silvestre terrestre en diferentes sitios y para el drenaje natural.

La protección hacia las viviendas cercanas al proyecto en la etapa de preparación y construcción se ha considerado con muros de contención, revestimiento de taludes para evitar accidentes de inestabilidad, y colocación de Colocación de malla triple tensión electro soldada. Es de suma importancia garantizar la seguridad de la población asentada hacia abajo del trazo de la vialidad, previendo que existan elementos que contengan derrumbes, elementos sueltos, fragmentos y cualquier otro elemento que pueda rodarse hacia sitios más bajos.

El permiso extraordinario para compra y utilización de explosivos deberá tramitarse inmediatamente ante la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) ya que ésta requiere

tiempo para inspecciones y análisis diversos contenidos en la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

Con el cuele adelantado del túnel piloto de sección reducida se podrá observar la Roca in-situ y así, con suficiente tiempo y previsión, permitirá tomar todas las medidas de seguridad del personal, lograr mejor eficiencia en la voladura del contorno del túnel, hacer un levantamiento de las características estructurales calidad de la roca, como son fracturas, permeabilidad y definir algún cambio en la fortificación sistemática propuesta.

La construcción del proyecto deberá apegarse a los proyectos ejecutivos correspondientes que sirvieron como base a la ejecución del presente estudio y a las especificaciones y normativa SCT, cualquier cambio que se realice deberá ser notificado a las autoridades competentes para su autorización y asentarse en el estudio ambiental correspondiente.

Durante los 12 meses que abarca el programa de obra, se deberá llevar a cabo inspecciones periódicas, debiendo llevar una bitácora donde se indique cada una de las actividades ejecutadas para mitigar los impactos detectados, que aunque en su mayoría resultaron de importancia moderada, se deberá poner atención en aquellos que resultaron críticos y llevar el plan de vigilancia ambiental respectivo.

El H. Ayuntamiento de Morelia, ha procedido de acuerdo a normatividad vigente en los trámites correspondientes y haciendo uso adecuado de los instrumentos de planeación y consulta pública que las leyes le confieren. Esto es, el proyecto de vialidad hace parte de su Programa de Desarrollo Urbano y no se ubica dentro de un Área Natural Protegida Federal. A la fecha, se cuenta con el Proyecto Ejecutivo, Plan de Manejo Ambiental (medidas preventivas, de mitigación y compensación), Posesión de los terrenos involucrados, Autorización de Paso, Dictamen de Uso del Suelo emitido por el H. Ayuntamiento, Verificación de Congruencia emitido por la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) y Dictamen de Impacto Ambiental emitido por SUMA, Convenios con el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), por lo que en virtud de los tiempos físicos y financieros, un requerimiento de parte de la DGIRA, resta facultades y conocimiento de causa tanto del Estado como del Municipio.

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS  
VII-256

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	VII-256
VII.2 Programa de vigilancia ambiental	VII-262
VII.3 Conclusiones	VII-1

## VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

### VIII.1 GLOSARIO DE TERMINOS

**Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

**Área industrial,** de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

**Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

**Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias. **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos

ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal. Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**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

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en

la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**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.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsible de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental 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

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE", Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología,.
2. "LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE MICHOACÁN". Publicado en el Diario Oficial del Estado el 13 de abril del 2000.
3. "Normativas Secretaria de Comunicaciones y Transportes" última actualización 21 de noviembre del 2006.
4. "XII CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2000", Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
5. Resultados preliminares XIII CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2005, Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.
6. "ANUARIO ESTADÍSTICO DEL ESTADO DE MICHOACÁN 2004", INEGI.
7. "PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MORELIA, 2004"
8. "IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS. EFECTOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE TUNELES", Publicación Técnica No. 146, José Luís Hernández Machaca, Julieta Pisanty Levy, Víctor Manuel Sánchez Granados, Marco Antonio Correón Méndez, Mauro Roldán Ortiz, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte, 2000.
9. "MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS", Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 1991.
10. "MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS", Dirección General de Servicios Técnicos, SCT.1986
11. "MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES", Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad.
12. "CONTRIBUCIONES A LA GEOLOGÍA E IMPACTO AMBIENTAL DE LA REGIÓN MORELIA", Víctor Hugo Garduño Monroy, UMSNH, 2004.
13. "EFECTOS DE LAS FALLAS ASOCIADAS A SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS Y LA PRESENCIA DE FALLAS POTENCIALMENTE SÍSMICAS EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO", Víctor Hugo Garduño-Monroy, Eleazar Arreygue-Rocha, Isabel Israde-Alcántara y Gerardo M. Rodríguez-Torres. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v 18, Num. 1, 2001.

14. Programa de Manejo del área Natural Protegida en su modalidad de Zona Sujeta a Conservación Ecológica Loma de Santa María, Municipio de Morelia., M.C. Javier Madrigal Sánchez
- 15.14. "ANÁLISIS GEOMECAÁNICO DE LA INESTABILIDAD DEL ESCARPE LA PALOMA, EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO" Eleazar Arreygue-Rocha, Víctor Hugo Garduño-Monroy, Paolo Canuti, Nicola Casaglie, Alberto Iotti y Sergio Chiesa. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v 19, Num. 2, 2002
16. "EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL", Memorias del curso impartido por la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería, UNAM.
17. "GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL", V. Conesa Fernández y Vitora, Ediciones Mundi-Prensa, 1997.
18. "IMPACTO AMBIENTAL", Vázquez A., Cesar E., IMTA-UNAM. 1994.
19. "INGENIERÍA AMBIENTAL", Gerard Kiely; Editorial Mc. Graw Hill, 1999
20. "DIPLOMADO EN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS MUNICIPALES", Memorias del Diplomado impartido por la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería, UNAM.1995.
21. "INGENIERÍA AMBIENTAL: CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTOS", Ramón Sans Fonfría, Joan de Pablo Ribas, Colección Productiva, Editorial Marcombo, 1989.
22. "ATLAS NACIONAL DE MÉXICO", instituto de Geografía, UNAM.1990
23. "SÍNTESIS GEOGRÁFICA, NOMENCLÁTOR Y ANEXO CARTOGRÁFICO DEL ESTADO DE MICHOACÁN", Secretaría de Programación y Presupuesto, 1980.
24. "MEDIDA Y CONTROL DE RUIDO", Juan Ochoa Pérez y Fernando Bolaños, Colección Productiva, Editorial Marcombo, 1990.
25. "LA CONTAMINACIÓN Y SUS EFECTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE", Julio Flores, Sergio López y Lilia Albert, Centro de Ecología y Desarrollo.
26. "MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN", Enriqueta García, México 1988.
27. "VEGETACIÓN DE MÉXICO", Jerzy Rzedowski, Editorial Limusa, 1978.
28. GUÍA DE MAMÍFEROS DE MÉXICO", Pulido J.R., Britton M.C., Perdomo A. y Castro A., Universidad Autónoma Metropolitana, 1983.
29. "CATALOGO DE BIODIVERSIDAD", SEDUE, Gobierno del Estado de Michoacán, 2000.

30. "MANUAL DE RENDIMIENTO DE LOS PRODUCTOS CATERPILLAR", CAT, Illinois E.U.A. 1980.

31. "GUÍA NORTEAMERICANA DE RESPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA, 2004", Departamento de transportes de Estados Unidos, Administración de Estudios y Programas Especiales; Transporte de Canadá, Seguridad Materiales Peligrosos; Secretaria de Comunicación y Transporte.

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII-6

VIII.1 GLOSARIO DE TERMINOS

VIII-6