

**I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....2**

I.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	2
I.2	DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	4
I.2.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	4
I.2.2	REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC) .....	4
I.2.3	NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL .....	4
I.2.4	CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL .....	4
I.2.5	DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES .....	4
I.3	DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	5
I.3.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	5
I.3.2	RFC .....	5
I.3.3	NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
I.3.4	RFC DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
I.3.5	CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
I.3.6	CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
I.3.7	DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO .....	5
I.3.8	PARTICIPANTES: .....	6

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

### **I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **I.1.1 CLAVE DEL PROYECTO**

(para ser llenado por la Secretaría)

#### **I.1.2 NOMBRE DEL PROYECTO**

Proyecto Hidroeléctrico Santa Clara

#### **I.1.3 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO**

##### **I.1.3.1 Sector**

Eléctrico

##### **I.1.3.2 Subsector**

Hidroeléctrico

##### **I.1.3.3 Tipo de proyecto**

Presa con obra de generación

#### **I.1.4 ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD**

No aplica

#### **I.1.5 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

##### **I.1.5.1 Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal**

Eje del Proyecto Hidroeléctrico, se encuentra en el Río Moctezuma, límite entre los Estados de Hidalgo y Querétaro, se ubica en los municipios de Pácula del Estado de Hidalgo y San Joaquín en el Estado de Querétaro, cuyas coordenadas de la cortina en el sistema ITRF92 son:

Coordenadas UTM	E 461.300	N 2'330.288
Coordenadas Geográficas.	Longitud 99°22'21.18	Latitud 21°04'23.30''

Esta ubicación se localiza aguas abajo de la cortina de la Presa Hidroeléctrica Zimapán, una distancia aproximada en línea recta de 47 km, de la casa de máquinas del mismo proyecto a 26.5 km. aproximadamente al Norte, de la cabecera municipal de Pácula se encuentra a 8.3 km al Noroeste en línea recta.

La casa de máquinas no se encontrará anexa al sitio de la cortina sino a 3.23 km. al Este sobre el mismo Río Moctezuma, en los mismos municipios señalados con antelación; en las coordenadas

Coordenadas UTM	E 462,820	N 2'333.167
-----------------	-----------	-------------

#### **I.1.5.2 Código postal.**

Sin código postal

#### **I.1.5.3 Entidad federativa**

Para la Presa:

Hidalgo, por margen derecha del Río Moctezuma  
Querétaro, por margen izquierda del mismo río.

Para la Casa de Máquinas:

Margen derecha del Río Moctezuma del Estado de Hidalgo

#### **I.1.5.4 Municipio(s) o delegación(es)**

Pácula, en el Estado de Hidalgo  
San Joaquín en el Estado de Querétaro.

#### **I.1.5.5 Localidad(es)**

No existe ninguna localidad en donde se realizarán las obras, de cabeza o de generación, la localidad más cercana es Pácula del Estado de Hidalgo.

#### **I.1.5.6 Coordenadas geográficas y/o UTM, de acuerdo con los siguientes casos, según corresponda:**

Para la Presa:

Coordenadas UTM	E 461.300	N 2'330.288
-----------------	-----------	-------------

Para la Casa de Máquinas:

Coordenadas UTM	E 462,820	N 2'333.167
-----------------	-----------	-------------

#### **I.1.6 Dimensiones del proyecto:**

El proyecto se desarrollará en una superficie de 133.50 ha, que corresponden a:

Camino de Acceso	60.50 ha (15.132 km.)
Obra civil casa de máquinas	18 ha
Superficie de embalse	33 ha
Obra Civil cortina	22 ha

## **I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

### **I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

PROTAMA, S.A. DE C.V.

### **I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC)**

Protegido por IFAI,  
Art. 3º Fracción VI

### **I.2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL**

"Protección de datos personales LFTAIPG"

### **I.2.4 CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL**

"Protección de datos personales LFTAIPG"

### **I.2.5 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES**

#### **I.2.5.1** Protegido por IFAI, Art. 3º. Fracción VI, LFTAIPG Protegido por IFAI, Art. 3º. Fracción VI, LFTAIPG

Protegido por  
IFAI Art. 3º

#### **I.2.5.2 Colonia, barrio**

Protegido por  
IFAI Art. 3º

#### **I.2.5.3 Código postal**

Protegi  
do por

#### **I.2.5.4 Entidad federativa**

Protegido por  
IFAI Art. 3º

#### **I.2.5.5 Municipio o delegación**

Protegido por  
IFAI Art. 3º

Protegido por IFAI, Art.  
3º. Fracción VI, LFTAIPG



### **I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

"Protección de datos personales LFTAIPG"

#### **I.3.2 RFC**

Protegido por  
IFAI Art 3°

#### **I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

"Protección de datos personales LFTAIPG"

#### **I.3.4 RFC DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

Protegido por IFAI,  
Art 3° Fracción

#### **I.3.5 CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

Protegido por IFAI, Art. 3°.  
Fracción VI I FTAIPG

#### **I.3.6 CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

Protegido por IFAI, Art. 3°.  
Fracción VI I FTAIPG

#### **I.3.7 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO**

##### **I.3.7.1 Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal**

Protegido por IFAI, Art. 3°.  
Fracción VI I FTAIPG

Protegido por IFAI, Art. 3°.  
Fracción VI, LFTAIPG

Protegid  
o nor

**I.3.7.5 Municipio o** Protegido por  
IFAI Art. 3°

Guadalajara

**I.3.7.6 Teléfono(s)**

Protegido por IFAI,  
Art. 3°. Fracción VI,  
LFTAIPG

Protegido por  
IFAI, Art. 3°. Fracción VI,  
LFTAIPG

**I.3.8 PARTICIPANTES:**

De acuerdo con la guía sectorial, para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional de Proyectos de Generación, Transmisión y Transformación de Energía Eléctrica, realizada por la SEMARNAT.

– Coordinación General

- » Supervisión Gerencial
- » Supervisión de Campo
- » Administración

– Coordinaciones de Área

» Medio Físico.

- Geología y Geomorfología.
- Hidrología Superficial.
- Hidrología Subterránea.
- Calidad de Agua.
- Suelos.
- Clima.
- Calidad del Aire.
- Calidad Escénica.

» Medio Biótico.

- Vegetación Terrestre.
- Vegetación Acuática.
- Fauna Terrestre.

- Fauna Acuática.
- » Sistema Socioeconómico.
  - Socioeconómico.
  - Participación Ciudadana.
  - Riesgo, Seguridad e Higiene.
- » Asesoría Externa.
  - Infraestructura Obra Civil.
  - Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables.
  - Impactos Ambientales.
- » Herramientas de Apoyo
  - Sistemas de Información Geográfica.
  - Uso Actual del Suelo.
- » Proyectos Asociados
  - Bancos de Material.
  - Estudio Técnico Justificativo.

La Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional fue desarrollada por un equipo multi-interdisciplinario de 71 participantes, entre especialistas y personal profesional integrado en sus respectivas áreas y su grupo de técnicos, se realizó la supervisión e integración del estudio final así como la disposición de las instalaciones y equipos en las Oficinas del M.C. Sergio Honorio Contreras Rodríguez.

#### **I.3.8.1 Especialistas responsables:**

Ing. Sergio Honorio Contreras Rodríguez  
Coordinador General  
Francisco Labastida No. 618  
Col. Jardines Alcalde  
Guadalajara, Jal.

Ing. Enrique Reyes Solorio  
Supervisor General  
Av. Normalistas No. 125  
Col. Alcalde Barranquitas  
Guadalajara, Jal.,

Dr. José Ariel Ruiz Corral  
Estudio Climatológico  
Isla Palmira No. 2414  
Col. Jardines del Sur  
Guadalajara, Jal.

M.C. Javier E. Clausen Silva  
Estudio Geomorfológico e Hidrológica  
Lerdo de Tejada No. 2275-402  
Col. Americana  
Guadalajara, Jal.

Dr. Javier García Velasco  
Estudio Calidad del Agua  
Av. 12 de Diciembre No. 616  
Guadalajara, Jal.

Ing. Raymundo Ramírez Delgadillo  
Estudio Flora y Vegetación  
San Felipe No 225  
Col. Centro  
Guadalajara, Jal.

Dr. Sergio Guerrero Vázquez  
Estudio Fauna  
Marconi No. 383,  
Sector Reforma  
Guadalajara, Jal.

Dr. Basilio Verduzco Chávez  
Dr. Antonio Sánchez Bernal  
Estudio Socioeconómico y Participación Ciudadana  
Amado Nervo No. 181  
Col. Providencia  
Zapopan, Jal.

Lic. José Antonio Arce Larios  
Asesoría Jurídica  
Río Tomatlán No. 1113,  
Vol. Las Águilas,  
Zapopan, Jal.

Ing. Aldebarán Contreras Rivera  
Sistemas de Información Geográfica  
Francisco Labastida No. 618  
Col. Jardines Alcalde,  
Guadalajara, Jal.

Ing. Geol. Juan Eduardo López Romero  
Geología y Geomorfológica  
Isla Salomón No. 2875-71  
Col. Jardines de San José  
Guadalajara, Jal.

### **I.3.8.2 Infraestructura**

El M. C. Sergio H. Contreras Rodríguez, cuenta con una experiencia en la gestión ambiental de más de 18 años, habiendo presentado el primer estudio de impacto ambiental en el Estado de Jalisco en 1988.

Ha realizado aproximadamente 500 estudios entre Manifestaciones de Impacto Ambiental (poliductos, fraccionamientos, carreteras, industrias, rellenos sanitarios, gasolineras) e Informes Preventivos de Impacto Ambiental para bancos de material (extracción de arena amarilla, de río, jal, tepetate, tezontle, etc.), habiendo participado además, en ordenamientos ecológicos.

Se está equipado con la infraestructura necesaria y adecuada para realizar los trabajos requeridos y se cuenta con el personal técnico y grupo de asesores para llevar a cabo estos estudios de carácter multidisciplinario, los cuales son profesionistas expertos en su ramo, los que continuamente se actualizan a través de cursos y talleres.

Es importante mencionar que la información vertida en el Capítulo II del presente estudio ha sido proporcionada por el promovente y las investigaciones de la línea base se han realizado tomando como referencia la información bibliográfica y estudios generados con anterioridad por las diversas dependencias tanto estatales como federales, así como de las Universidades de los Estados de Hidalgo y Querétaro.

<b>II</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
II.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	2
II.1.1	<i>Naturaleza del proyecto.....</i>	3
II.1.2	<i>Justificación y objetivos.....</i>	4
II.1.3	<i>Inversión requerida.....</i>	6
II.1.4	<i>Duración del proyecto.....</i>	6
II.1.5	<i>Políticas de crecimiento a futuro.....</i>	6
II.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	6
II.2.1	<i>Descripción de obras y actividades principales del proyecto.....</i>	6
II.2.1.1	<i>. Descripción de las Obras Civiles.....</i>	6
II.2.2	<i>Descripción de las obras y actividades asociadas.....</i>	9
II.2.2.1	<i>Descripción.....</i>	9
II.2.2.2	<i>Almacenes y talleres.....</i>	9
II.2.2.3	<i>Tanques.....</i>	11
II.2.2.4	<i>Recipientes a presión.....</i>	11
II.2.2.5	<i>Servicios de apoyo.....</i>	11
II.2.2.6	<i>Instalaciones asociadas para la operación del proyecto.....</i>	12
II.2.2.7	<i>Descripción de obras y actividades provisionales o temporales.....</i>	12
II.2.3	<i>Descripción de servicios requeridos y ofrecidos.....</i>	13
II.2.4	<i>Diagrama de flujo general de desarrollo del proyecto.....</i>	13
II.2.5	<i>Programa general de trabajo.....</i>	14
II.2.6	<i>Selección del sitio.....</i>	16
II.2.6.1	<i>Sitios alternativos.....</i>	16
II.2.6.2	<i>Ubicación física del sitio seleccionado.....</i>	17
II.2.6.3	<i>Superficie total requerida.....</i>	18
II.2.6.4	<i>Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.....</i>	19
II.2.6.5	<i>Situación legal del predio.....</i>	19
II.2.6.6	<i>Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y colindancias.....</i>	19
II.2.7	<i>Preparación del sitio y construcción.....</i>	23
II.2.7.1	<i>Preparación del sitio.....</i>	23
II.2.7.2	<i>Construcción.....</i>	25
II.2.7.3	<i>Operación y mantenimiento.....</i>	30
II.2.8	<i>Abandono del sitio.....</i>	31
II.3	REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS.....	31
II.3.1	<i>Personal.....</i>	31
II.3.2	<i>Insumos.....</i>	33
II.3.2.1	<i>Recursos naturales renovables.....</i>	33
II.3.2.2	<i>Materiales y sustancias.....</i>	34
II.3.2.3	<i>Energía y combustible.....</i>	35
II.3.2.4	<i>Maquinaria y equipo.....</i>	36
II.4	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.....	36
II.4.1	<i>Generación de residuos peligrosos.....</i>	36
II.4.2	<i>Generación y manejo de residuos no peligrosos.....</i>	37
II.4.3	<i>Sitios de disposición final.....</i>	38
II.4.4	<i>Descarga de aguas residuales.....</i>	38
II.5	GENERACIÓN Y EMISIÓN DE SUSTANCIAS A LA ATMÓSFERA.....	38

## **II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

El Proyecto Santa Clara está avocado a la generación hidroeléctrica de 296 GWh en promedio anual y 150 MW de potencia instalada para abastecer el consumo de energía eléctrica de la región central de la República Mexicana, energía que estaría disponible durante las horas pico o de mayor demanda, cuando la electricidad alcanza su mayor costo.

Con este proyecto se pretende volver a aprovechar el agua turbinada por la Central Hidroeléctrica Zimapán, estructura que con su almacenamiento regula el caudal del Río Moctezuma, lo que se aprovecharía en el sitio Santa Clara mediante la construcción de una pequeña presa derivadora de 30 m de altura al Nivel de Aguas Máximo de Ordinario (NAMO) formándose un pequeño embalse de 33 ha de espejo de agua y 2.4 km de longitud máxima, embalse que no inunda poblados o tierras agrícolas, lo que convierte al proyecto generador de energía limpia, con fuentes renovables y sin afectaciones sociales, en otras palabras, social y ambientalmente sustentable.



Figura 1. Croquis de ubicación de las estructuras principales del proyecto

### II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

Se trata de una obra nueva que se pretende realizar para la generación de electricidad mediante almacenamiento, derivación y conducción de agua por un túnel con tubería a presión, con esto se aprovechará la caída del agua por un desnivel de 150 m para la conversión de energía potencial y cinética en generación hidroeléctrica de 150 MW de potencia instalada, de donde será transmitida por líneas conductoras de electricidad hacia su integración al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional para su posterior consumo en la región central de la República Mexicana.

El proyecto se realizó bajo los principios de sustentabilidad socioambiental, pues la generación de electricidad se pretende mediante la construcción del túnel cuyo desnivel aprovechará la caída de agua, la cual en los proyectos hidroeléctricos convencionales requeriría la formación de un embalse con altura suficiente para provocar dicha caída de agua, ocasionándose grandes inundaciones con pérdidas de hábitats y ecosistemas, tierras de cultivo y desplazamiento de población asentada en los márgenes del río. Medidas adicionales para la mitigación de impactos incrementarán dicha sustentabilidad, pues se considera la



liberación de un gasto ecológico, con lo que se aseguraría la permanencia de agua sobre el cauce del Moctezuma.

La ventaja de Santa Clara es su posición aguas abajo respecto a la Central Hidroeléctrica Zimapán, donde el embalse de este último almacena el agua pluvial del temporal de lluvias de las cuencas de los Ríos Tula y San Juan, los cuales al confluir forman el Río Moctezuma, donde se ubica la cortina de Zimapán.

El gasto del Río Moctezuma al ser regulado y turbinado por Zimapán, resulta favorable para Santa Clara pues ya no se requiere un gran embalse de almacenamiento, por lo que se propone una cortina derivadora que embalsaría solamente 33 ha sin uso agrícola y deshabitadas.

A continuación se presenta una relación de centrales y proyectos conspicuos a nivel nacional en donde se incrusta al Santa Clara, para comparar la relación que guarda la potencia instalada (en MW) con la superficie a embalsar y la población o número de habitantes a desplazar. El Proyecto Santa Clara es el mejor posicionado respecto a estos indicadores que corresponden a los utilizados por el Banco Mundial y la Comisión Mundial de las Grandes Presas.

<b>Proyecto o Planta</b>	<b>Embalse (ha)</b>	<b>Población</b>	<b>Potencia instalada (MW)</b>	<b>Relación ha/MW</b>	<b>Relación Pobl/MW</b>
Zimapán	2 290	2 500	292	7.8	8.560
El Cajón	4 100	210	750	5.4	0.280
La Yesca	3 492	64	750	4.6	0.085
<b>Santa Clara</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>0.16</b>	<b>0.000</b>

Se pretende que la construcción y operación de la obra sea realizada por la Iniciativa Privada, con el objeto de apoyar la política energética del Gobierno Federal, para ser vendida a la Comisión Federal de Electricidad, ya que la administración de la energía eléctrica corresponde al Ejecutivo Federal, de acuerdo al artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Respecto a la Autorización en Materia de Impacto Ambiental, debido a las dimensiones del vaso, que superará el millón de metros cúbicos de almacenamiento, estipulados en el artículo 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, requiere someterse a la Evaluación de Impacto Ambiental y de Cambio de Uso del Suelo en Áreas Forestales. La Manifestación deberá ser en su Modalidad Regional, como lo estipula el artículo 13 del mismo reglamento.

### **II.1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.**

Apoyar la política energética del Gobierno Federal mediante fuentes de energía sustentable, así como contribuir a la diversificación de fuentes de generación de electricidad, corresponde a una prioridad de la política energética. En este sentido, el Proyecto Hidroeléctrico Santa Clara califica para ser considerado como una fuente de energía renovable, de acuerdo con la clasificación de la Comisión Reguladora de Energía por varias razones; principalmente por la

dimensión tan reducida de su embalse, que efectúa una función más de regulación que de almacenamiento, esto hace posible una característica particular del proyecto, que los volúmenes máximo de agua almacenada y el de agua turbinada durante las horas punta de un día sean los mismos, eficientándose la administración del agua que escurre en este tramo del Moctezuma.

Además, por su ubicación en la zona centro del país y por la concentración de la generación en hora punta, la presa contribuiría a reducir el déficit de generación en la zona central, con los consiguientes efectos positivos sobre la seguridad del suministro, la estabilidad de la frecuencia y el soporte de voltaje, elementos críticos del sistema eléctrico hoy en día, en los momentos de máxima demanda del Valle de México.

Adicionalmente es importante fortalecer a la generación de hidroelectricidad que no ha crecido al mismo ritmo que las termoeléctricas en los años recientes como fuente de energía en nuestro país, aportando para el 2001 tan sólo el 26% al funcionamiento del Sistema Eléctrico Nacional. Las ventajas que presentan las centrales hidroeléctricas son que pueden satisfacer la demanda de electricidad en las horas de mayor demanda (cuatro horas al día en promedio), dada su facilidad de entrar y salir de operación en tan solo unos pocos minutos, además, cubren eficientemente las fallas de centrales termoeléctricas, evitando interrupciones de energía en el sistema, lo cual provocaría grandes pérdidas económicas al país.

Mejoran los costos de operación del sistema eléctrico ya que no consumen combustibles fósiles, evitándose que el sistema eléctrico dependa de los hidrocarburos.

La formación del embalse no requerirá relocalizaciones de habitantes, además en las 33 ha de superficie afectable por el embalse, el ecosistema está representado dentro y fuera del embalse.

En otros países del mundo, principalmente los grandes poseedores de recursos hidráulicos, como Suecia, Islandia, Brasil y Noruega, la hidroelectricidad constituye el principal componente del suministro eléctrico (Noruega 99,6%, Islandia 95%). En algunos países inclusive se ha aprovechado casi el total del potencial existente (Francia 85%, Alemania 68% e Italia 65%). En México este desarrollo ha sido mucho más reducido, solo se ha aprovechado del orden del 20% del potencial hidroeléctrico nacional.

El proyecto aportará al sistema eléctrico nacional 150 MW de potencia y se producirán 296 GWh anuales, en ese sentido es muy importante considerar las fuentes de generación del Sector Eléctrico Nacional, pues es imprescindible diversificarlas, ya que actualmente el 74% de la potencia instalada para la generación eléctrica del país es con base a derivados del petróleo.

Adicionalmente la población se beneficiará con la creación de más de 600 empleos directos y otros tantos indirectos, con la importante derrama económica en la región; el camino de acceso al proyecto permitirá la comunicación con la zona serrana del Estado de Hidalgo.

### **II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA.**

Se estima invertir un total de \$ 165'000,000.00 M.N. en la construcción de la presa, presupuesto del cual se pretende invertir el 2.5% en acciones y obras ambientales. Durante la operación no se realizarán erogaciones significativas.

### **II.1.4 DURACIÓN DEL PROYECTO.**

La vida útil de la obra se proyecta a 50 años, posterior a los cuales no existe alguna política actual de su manejo.

### **II.1.5 POLÍTICAS DE CRECIMIENTO A FUTURO.**

No se considera crecimiento del proyecto una vez construido. La superficie a irrigar está limitada por lomeríos que hacen imposible su ampliación, de modo que tampoco sería factible su crecimiento desde el punto de vista hidráulico.

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

### **II.2.1 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROYECTO.**

El proyecto se desarrolló con base al comportamiento hidrológico del Río Moctezuma en el sitio de la P.H. Santa Clara, el cual está regido por el funcionamiento de la Presa Zimapán de acuerdo con los criterios de operación de la Comisión Federal de Electricidad. En los últimos años, CFE ha venido operando la Presa Zimapán con un factor de planta de alrededor de 50% (o sea 12 horas al día) y con un gasto medio de 59 m<sup>3</sup>/s durante las horas de operación, la generación es intermitente a lo largo del día. Se estima que el flujo de agua liberado por la Presa Zimapán alcanza el sitio de la P.H. Santa Clara aproximadamente 7 horas después de haber sido turbinado. De acuerdo a los resultados del análisis hidrológico, el proyecto de la presa a construir considera las siguientes estructuras:

#### **II.2.1.1 . Descripción de las Obras Civiles.**

##### **II.2.1.1.1 Diseño y construcción y operación.**

a) Descripción general de las obras civiles a realizar.

El proyecto "Santa Clara" consiste en la construcción de un conjunto de obras civiles y electromecánicas para la generación hidroeléctrica que a continuación se mencionan:

Presa de almacenamiento para captar y derivar parcialmente los escurrimientos del Río Moctezuma. La obra de contención o cortina consiste en una presa de Concreto Compactado con Rodillo (CCR) con un vertedor de demasías integrado al cuerpo de la presa, ubicado al centro. La altura de la presa es de 30 m al NAMO. La longitud de la corona es de 130 m y su ancho de 5 m. El nivel de desplante se encuentra aproximadamente a 3 m por abajo del lecho del río, en el entendido que éste quedará precisado por la aparición de roca sana durante la limpieza del cauce.

Para definir la capacidad total, útil, de azolve y determinar las avenidas máximas y de diseño, superficie beneficiada, etc. el estudio hidrológico analizó varias alternativas, habiendo adoptado la más atractiva, cuyas características son:

<b>PARÁMETRO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
Área de la cuenca	12,991	km <sup>2</sup>
Escorrimento medio anual	31	m <sup>3</sup> /s
Escorrimento medio durante la operación de Zimapán	59	m <sup>3</sup> /s
Capacidad de almacenamiento útil	1 728 000	Mm <sup>3</sup>
Gasto turbinado	120	m <sup>3</sup> /s
Volumen al nivel de aguas máximo ordinario NAMO	4.2	Mm <sup>3</sup>
Capacidad de azolves	2.49	Mm <sup>3</sup>
Gasto ecológico	7	m <sup>3</sup> /s
Elevación del N.A.M.O.	720	m.s.n.m.
Área del Embalse al NAMO	33	ha

El vertedor se ubicará en la parte central de la cortina, es de tipo cresta libre y tiene longitud de cresta vertedora de 80 m y diseñado para desalojar una avenida máxima con período de retorno de 10,000 años de 2,758 m<sup>3</sup>/seg. La obra de desvío se ubica por margen izquierda del Río Moctezuma y estará formada por un túnel sin revestir de sección portal de 9.8 x 9.8 m y una cortina pequeña que conducirá el agua hacia el túnel denominada ataguía. La obra de toma se ubica en la margen derecha y se comunica con el túnel de conducción de 3.25 km que llega hasta la casa de máquinas donde se ubicarán dos unidades turbogeneradores con turbinas Pelton de aproximadamente 75 MW de potencia cada una, así como los equipos generadores.

A partir de la casa de máquinas iniciará la línea de transmisión, que conducirá la energía eléctrica hasta la central de la Presa Zimapán, con una longitud de 33 Km. Su voltaje será de 115 kV.

Adicionalmente se tiene que construir un camino de acceso hasta la casa de

máquinas con una longitud aproximada de 16 km, con sección de 6 m y pendiente gobernadora de 9%, a la que se adiciona una cuneta de 1 m de ancho

b) Superficie que ocupará cada una de las obras.

Debido a la naturaleza del proyecto, se requieren distintos frentes de obra, cada uno con las siguientes superficies requeridas:

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>SUPERFICIE REQUERIDA (HA)</b>
Embalse	33
Obra civil casa de máquinas	18
Camino de Acceso	60
Obra Civil cortina	22
<b>Total</b>	<b>130</b>

De las cuales aproximadamente 35 ha serán sometidas a un programa de restauración ambiental, las restantes permanecerán como impactos residuales.

c) Sitios de tiro, indicar su ubicación, el tipo de material a disponer y si cuenta con la autorización de la autoridad competente.

De acuerdo a la composición geológica tipo caliza del material a excavar, tanto en el túnel de conducción, túnel de desvío, como en el camino a casa de máquinas que debido a las condiciones topográficas será en sección balcón aproximadamente el 80% de su trazo. Se requiere una excavación del orden de 107 845 m<sup>3</sup> para la conformación del túnel de conducción, 46 099 m<sup>3</sup> para el túnel de desvío y de 650 000 m<sup>3</sup> para el camino de acceso, lo que suma un total de 803 944 m<sup>3</sup> de material excavado. Si el volumen de la cortina requiere de 85 000 m<sup>3</sup> para la elaboración del concreto, restarán más de 718 944 m<sup>3</sup> para colocarlos en depósitos de material de desperdicio.

#### **II.2.1.1.2 Planos considerados.**

- Planos de conjunto a escala.
- Plano con la ubicación de los sitios de bancos de material y sitios de tiro (o bancos de desperdicio) de los materiales de desecho producto de las actividades de construcción.

## **II.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES ASOCIADAS.**

### **II.2.2.1 Descripción.**

#### **II.2.2.1.1 Obras particulares.**

#### **II.2.2.1.2 Líneas de transmisión y subestaciones eléctricas.**

Existirán dos líneas de transmisión hacia la zona del proyecto, una de alimentación con su correspondiente subestación eléctrica, que se utilizará durante la etapa constructiva para abastecer los servicios requeridos, dicha línea tendrá una capacidad de 115 kv , en dos circuitos, con una longitud de 33 km, cable conductor 477 CSR, montada sobre torres de acero y se originará de la existente en la Presa Zimapán. La subestación consiste en el montaje de 2 transformadores de 19 MVA, para transformar la corriente eléctrica de 115 kV a 13,8 kV.

La otra línea de transmisión será la que sirva para conducir la electricidad generada en la futura central de Santa Clara hacia los centros de consumo, la que a partir de la casa de máquinas y subestación, se construirá a base de torres del tipo armadura se conectarán desde la subestación de la P.H. Santa Clara hasta la central de la Presa Zimapan, con una longitud de 33 Km. Su voltaje será de 115 kV.

Cabe la aclaración que el presente manifiesto no pretende la autorización para las líneas de transmisión.

#### **II.2.2.2 Almacenes y talleres.**

##### **II.2.2.2.1 Almacenes.**

Se requerirán superficies para almacenar temporalmente material geológico destinado al proceso del concreto para la conformación de la cortina, una superficie de 10 ha será suficiente para esta actividad, la que se pretende dentro del área de obra civil cortina.

Adicionalmente se requieren almacenes serán para resguardo de herramienta menor, consistiendo de 5 pequeñas casetas desmontables de 4x4 m, que serán retiradas al finalizar la construcción.

##### **II.2.2.2.2 Talleres y áreas de mantenimiento.**

El mantenimiento del parque vehicular se realizará en localidades cercanas a la obra, por lo cual no se requieren, talleres o áreas de mantenimiento, las

únicas áreas necesarias son para el mantenimiento de maquinaria pesada, la cual no es costeable trasladarla a talleres, por lo que se deberá dar mantenimiento en el sitio, destinando una superficie de 20x15 m diseñada y construida de manera que quede aislada del suelo natural y con una fosa perimetral que contenga derrame de aceites, estas instalaciones se concentrarán en las áreas de la obra civil de la cortina.

#### **II.2.2.2.3 Planta procesadoras de materiales**

Se localizará en la margen derecha. Las instalaciones provisionales se van a construir con perfiles metálicos estructurales techados y forrados algunos con lámina metálica galvanizada.

La disposición de las instalaciones provisionales se indica a continuación.

- 4 silos para cemento a granel. Cada uno con dimensiones de 15 m de altura y 10 m de diámetro y capacidad de 700 t.
- 1 patio de maquinaria de 30 x 70 m.
- 2 plantas trituradoras y clasificadoras de roca con capacidad de 240 ton/h cada una.
- 1 planta dosificadora para fabricación de concreto con capacidad de 100 m<sup>3</sup>/h.
- 1 planta productora de hielo.

#### **II.2.2.2.4 Campamentos y oficinas**

Para la realización de esta obra se requerirán campamentos temporales y permanentes, aunque la operación del proyecto justifica las mínimas necesidades que se requieren para esta etapa.

De acuerdo con el análisis de personal para la construcción del proyecto, se contempló un máximo de 600 trabajadores, de los cuales 560 corresponden a personal operativo y el resto a supervisión; de este personal se estima que el 50% estará acampando, lo cual da un aproximado de 300 personas; para esta cantidad se prevén instalaciones recuperables de multipanel construidas sobre losas de concreto simple, consisten en casas móviles, naves de obreros y comedores. Por motivos de seguridad (alejados del desarrollo de actividades constructivas) los campamentos temporales se localizarán en el poblado de Pácula, donde existen superficies para su instalación, las cuales se encuentran ambientalmente deterioradas.

##### **Instalaciones sanitarias**

Se prevén 2 sistemas de tratamiento de aguas residuales, por la ubicación de las instalaciones, un sistema se ubicará en la zona industrial, el otro sistema se va a instalar en la zona de campamentos, comedores y oficinas.

Se solicitará a la Comisión Nacional del Agua que establezca las condiciones particulares de descarga. Para el tratamiento de este tipo de agua se construirá un conjunto de sistemas de tratamiento, los cuales se

desarrollarán considerando las expectativas de crecimiento de la población.

#### Sitios para la disposición de residuos

En las proximidades del proyecto no existen sitios para confinar desechos sólidos municipales. Por lo anterior, se tiene considerado construir un relleno sanitario para el confinamiento de los desechos sólidos municipales generados en el área de la obra y sus instalaciones. La selección del sitio, diseño, construcción y operación del relleno sanitario (proyecto asociado) se realizará conforme a lo estipulado en los proyectos de Normas Oficiales Mexicanas 083 y 084-SEMARNAT/94.

#### **II.2.2.3 Tanques.**

Durante la construcción son necesarios tanques de almacenamiento de sustancias peligrosas, que corresponden a combustibles que serán abastecidos directamente con camiones cisternas autorizadas por PEMEX. Los vehículos acudirán al sitio de la gasolinera, mientras a la maquinaria se transportará el combustible hasta el sitio en donde ésta se encuentre, mediante la utilización de contenedores de 200 l, en vehículo de tres toneladas.

#### **II.2.2.4 Recipientes a presión.**

No aplica.

#### **II.2.2.5 Servicios de apoyo.**

##### **II.2.2.5.1 Descripción de los laboratorios de control y análisis, centros de telecomunicaciones y cómputo, etc.**

En el sitio se realizarán pruebas o análisis de materiales pétreos, concretos, etcétera, serán realizadas en instalaciones temporales consistentes en casetas de 4x4 m.

##### **II.2.2.5.2 Servicio médico y de respuesta a emergencias.**

Debido a la lejanía de localidades donde existe atención médica, se instalará una clínica para atención primaria a enfermos o accidentados, se prevé también contar con botiquines de primeros auxilios con medicamentos como analgésicos, antibióticos, antigripales, calmantes, vendas, alcohol, etcétera. Así mismo se contará con elementos como camillas, férulas y un vehículo tipo ambulancia para el traslado de personal enfermo o accidentado. No se pretende contar con equipo de bomberos, ya que no existe material inflamable en cantidades que requieran este servicio, los vehículos a gasolina o diesel, así como aquellos que lo transporten contarán con extintores, además en las casetas de los ingenieros supervisores o talleres y almacenes también contarán con extintores.



### **II.2.2.5.3 Carreteras y vialidades.**

Se consideran estas obras nuevas para el desarrollo del proyecto, puesto que no existe infraestructura o caminos vecinales, se requiere de la construcción de un camino de 16 km para llegar a la casa de máquinas.

### **II.2.2.6 Instalaciones asociadas para la operación del proyecto.**

Vialidades internas

Una adecuada vialidad para la construcción de un proyecto hidroeléctrico es fundamental para el eficaz desarrollo de las actividades de construcción, las cuales se llevan a cabo en varios frentes a la vez, de esto depende en gran parte el éxito en el cumplimiento del programa de construcción. Se proyecta la realización de 5 km de caminos provisionales que deberán ser restaurados al terminar su utilización, las superficies para estos caminos están consideradas en las áreas para obra civil cortina y casa de máquinas.

Camino de acceso.

En las inmediaciones del sitio del Proyecto Hidroeléctrico Santa Clara, existe actualmente un camino de acceso de terracería que inicia en la población de Jacala, Hidalgo, sobre la carretera federal 85 a Tamazunchale, San Luis Potosí, con una longitud de 29.2 Km. hasta la población de San Vicente; posteriormente se tiene un camino más angosto de 2.7 Km. Consecuentemente, se tiene que construir un camino de acceso hasta la casa de máquinas con una longitud de 16 km, con sección de 6 m y pendiente gobernadora de 9%, a la que se adiciona una cuneta de 1 m de ancho. Se utilizará el túnel de conducción de la casa de máquinas a la cortina de la presa como camino para la construcción de la presa (ver Figura 1). Debido a la topografía accidentada de la zona, el camino de acceso es 80% en sección en balcón con una cantidad significativa de cortes (del orden de 650,000 m<sup>3</sup>). Debido a que la mayor parte de los cortes corresponden a calizas, éstos se aprovecharán para la elaboración del concreto de la cortina de CCR y la construcción de las ataguías.

### **II.2.2.7 Descripción de obras y actividades provisionales o temporales.**

Se mencionó que se realizarán plantas de concreto, campamentos provisionales, obras para el abastecimiento y almacenaje de materiales de construcción, de combustible, ni de transformación de electricidad. Todas las áreas que serán ocupadas temporalmente se someterán a un programa de restauración ambiental.

Para evitar la contaminación fecal en la zona de construcción se instalarán letrinas portátiles una por cada 25 personas, las cuales serán localizadas estratégicamente por la compañía prestadora de este servicio que será contratada para el efecto. Consisten de pequeños cubículos individuales de

material plástico y coloración contrastante, que contienen un depósito con químicos denominados comercialmente aguas azules, las que sirven para impedir la descomposición del material fecal, este depósito es sustituido por personal de la compañía contratada, quien se encarga de la disposición final.

### **II.2.3 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS Y OFRECIDOS.**

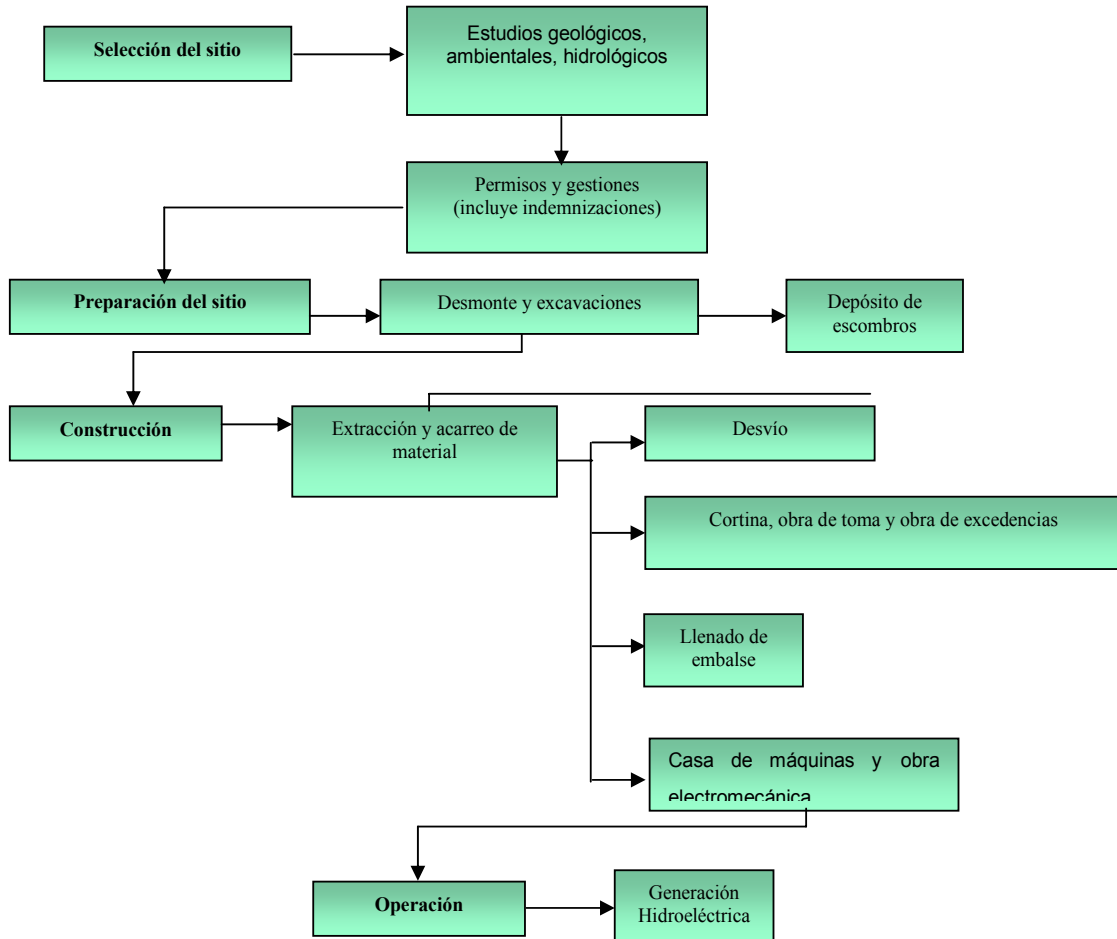
Se mencionó la necesidad de ingresar al área del proyecto una línea de abastecimiento eléctrico, así como de una subestación para realizar los trabajos constructivos. Existe la posibilidad que esta misma línea sea la de extracción de energía para el consumo, de modo que se utilizaría como servicio requerido y a ofrecer.

Adicionalmente se requiere de telecomunicación, así como obras de apoyo para servicios de agua potable, energía eléctrica, drenaje, manejo de residuos y accesos. Estas obras son de carácter temporal y se describen en el presente documento.

### **II.2.4 DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DE DESARROLLO DEL PROYECTO.**

El diagrama siguiente muestra las actividades desde la selección del sitio, con los estudios geológicos, hidrológicos y ambientales que sustentan la viabilidad del proyecto, para iniciar los trámites y gestiones y pueda posteriormente construirse.

Diagrama de flujo del proyecto Presa Vista hermosa



## II.2.5 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

De acuerdo con las actividades a realizar, el programa de trabajo se establece para tres años, se presenta a continuación el cronograma de obras a desarrollar en las etapas de preparación del sitio y construcción, iniciando con la limpieza del sitio donde se desarrollarán las obras, esta limpieza se realizará conforme se requieran superficies para construcción, es decir, de manera paulatina, con la finalidad de dar oportunidad a la fauna que se desplace a otros sitios.

ETAPA Y OBRA	CRONOGRAMA DE OBRAS																																												
	AÑO 1 (MESES)												AÑO 2 (MESES)												AÑO 3 (MESES)																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
<b>PREPARACIÓN SITIO</b>																																													
Limpieza y desmonte	■	■	■	■	■	■	■	■																																					
Camino de acceso	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																																													
Trazos y nivelaciones		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																		
<b>Obra de desvío</b>																																													
Suministro y colocación de materiales		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																		
Tratamiento cimentación																																													
<b>Cortina</b>																																													
Extracción y colocación de material										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Colocación de tezontle en corona																																													
Colocación de fantasmas en corona																																													
<b>Vertedor</b>																																													
Mampostería																																													
Colocación concreto y acero																																													
<b>Obra de Generación</b>																																													
<b>Obra de toma</b>																																													
Colocación de concreto y acero																																													
Colocación tubo de acero																																													
Relleno con arcilla																																													
Colocación piezas																																													
<b>Túnel de conducción</b>																																													
Excavaciones																																													
Tubería a presión																																													
<b>Casa de máquinas</b>																																													
Obra electro-mecánica																																													

No se consideraron acciones para el abandono, puesto que no existen planes para dicha etapa ya que la presa se diseña para 50 años como mínimo en su vida útil, pudiéndose alargar este tiempo de utilidad, como sucede con muchas presas de México, las que con algunos desazolves puede ampliarse considerablemente su vida útil. Tampoco se consideraron en el programa de trabajo las obras asociadas, pues la existencia de caminos de acceso y el no requerir energía eléctrica para su construcción y operación favorecen que se requiera sólo la construcción de la presa y canales de riego, prescindiendo de obras asociadas.

## **II.2.6 SELECCIÓN DEL SITIO.**

### **II.2.6.1 Sitios alternativos.**

#### a) Sitios evaluados.

Debido a las características topográficas de la zona, se eligió el estrechamiento denominado Santa Clara para la construcción del PH Santa Clara, es decir, es el estrechamiento topográfico por donde pasa el río, con suficiente vaso de almacenamiento para la generación hidroeléctrica que se pretende. Los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales, así como los agrológicos arrojaron resultados favorables indicando la viabilidad del proyecto para su construcción. A continuación se comentan los diferentes análisis y las disciplinas que se consideraron.

#### Aspectos geológicos.

Topográficamente la boquilla del PH Santa Clara es simétrica, geológicamente esta constituida La geología de la zona donde se ubica la presa hidroeléctrica corresponde a roca sedimentaria del tipo caliza de la era del mesozoico y del periodo cretácico inferior K1 (cz). Los estudios geológicos, geofísicos y geotécnicos determinan las condiciones de la estructura que presentan estas rocas calizas.

En este sentido y debido a que la mayor parte de las excavaciones en caminos y túnel corresponden a calizas, éstos se aprovecharán para la elaboración del concreto de la cortina de CCR y la construcción de las ataguías.

#### Hidrografía.

Los datos hidrológicos de la P.H. Santa Clara son:

Área de la cuenca	12,991 km <sup>2</sup>
Gasto medio	31 m <sup>3</sup> /s

La estación hidrométrica más cercana a la boquilla de la presa es la estación "Mazacintla", que se ubica a una distancia de 18 km aguas abajo sobre el Río Moctezuma (es decir, a 7 km de la casa de máquinas). Esta estación registra

datos desde 1962. A nivel hidrológico, la P.H. Santa Clara está regida por el funcionamiento de la Presa Zimapán de acuerdo con los criterios de operación de la Comisión Federal de Electricidad. En los últimos años, CFE ha venido operando la Presa Zimapán de modo que presenta un gasto medio de 59 m<sup>3</sup>/s durante las horas de operación. La generación es intermitente a lo largo del día. Se estima que el flujo de agua liberado por la Presa Zimapán alcanzaría la P.H. Santa Clara aproximadamente 7 horas después.

La cortina se configura con una altura de 25 m correspondiente al NAMO (nivel de aguas máximo ordinario). Las condiciones de almacenamiento del embalse, así como la orografía entre la cortina y la casa de máquinas, permiten obtener los siguientes valores para la generación de electricidad:

Gasto 120 m<sup>3</sup>/s  
Carga disponible 150 m  
Potencia 145 MW  
Capacidad de almacenamiento útil 1'728,000 m<sup>3</sup>  
Factor de planta 0.233  
Generación media anual 296 GWh

En materia de generación de energía eléctrica, resulta del análisis de simulación del funcionamiento del vaso que se podrán turbinar 5.59 horas diarias en promedio anuales en dos períodos al día: en el primer período se turbinarán 4 horas incluidas las horas punta, utilizando en este período el volumen correspondiente a la capacidad de almacenamiento útil y las 1.59 horas restantes lo serán en otro período del día, una vez que el vaso de almacenamiento recupere cierto nivel y tenga suficiente volumen. El análisis tomó en cuenta que se debe tener un gasto de desfogue mínimo ecológico cuando no se está turbinando; se consideraron igualmente las pérdidas por infiltración y evaporación.

#### **II.2.6.2 Ubicación física del sitio seleccionado.**

a) Estado:

La cortina se ubica en los límites de los Estados de Hidalgo y Querétaro sobre el Río Moctezuma, el cual forma parte del Sistema Hidrológico del Río Pánuco.

b) Municipios:

Los municipios correspondientes a esta ubicación son: Pácula en el Estado de Hidalgo y San Joaquín en el Estado de Querétaro.

c) Ciudad:

Es una zona rural.

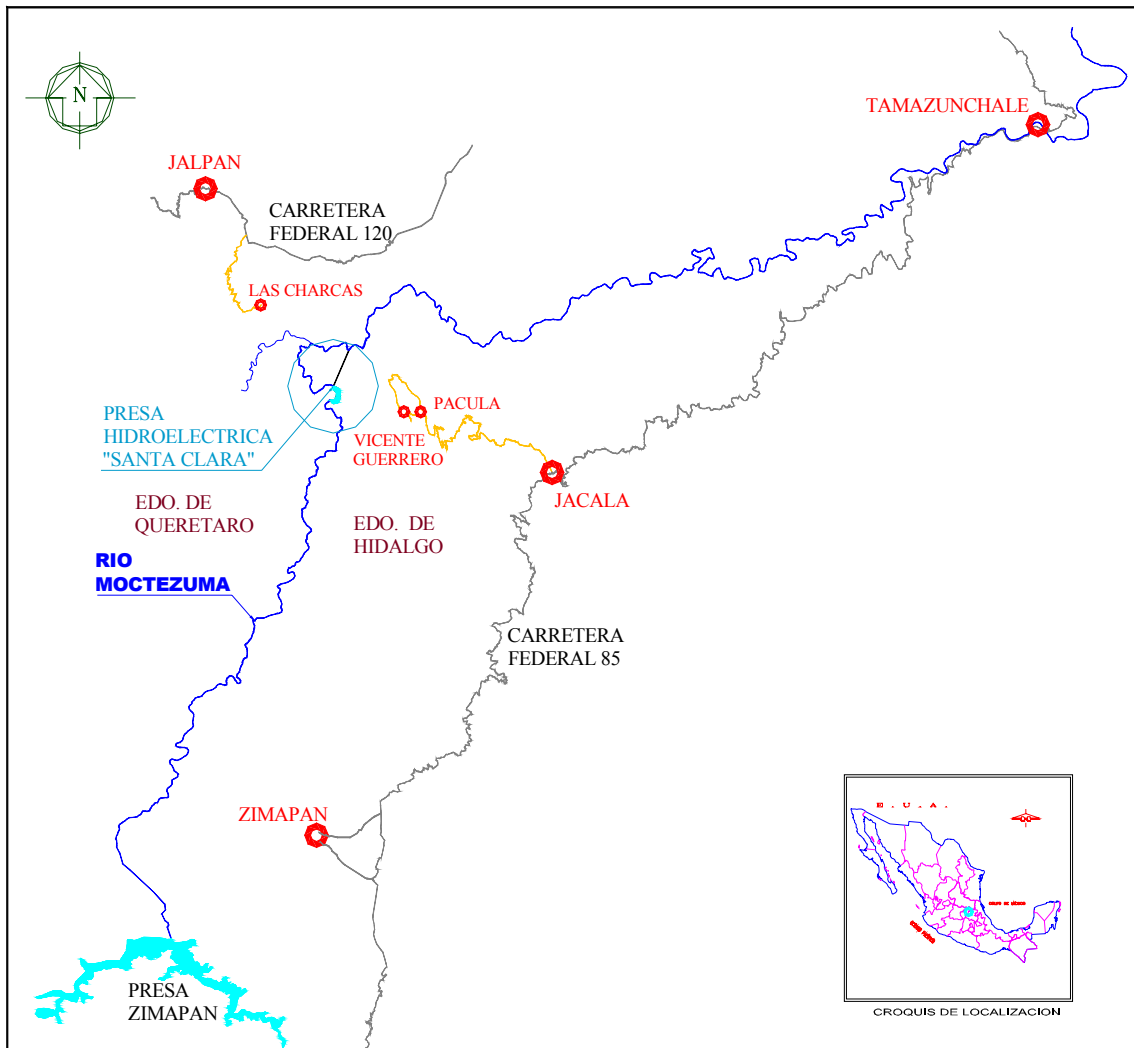


Figura 2. Localización del proyecto

d) Localidad:

No existe

e) Localización geográfica:

Las coordenadas de la cortina en el sistema ITRF92 son:

coordenadas UTM E 461,300 N 2'330,288

coordenadas geográficas longitud 99°22'21.18"W latitud 21°04'23.30" N.

### II.2.6.3 Superficie total requerida.

Se requiere un total de 130 ha, de las cuales 95 ha son de uso permanente y 35 ha de uso temporal que serán restauradas al finalizar su utilización. A continuación se desglosa el uso que se pretende dar a la superficie requerida:

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>SUPERFICIE REQUERIDA (HA)</b>
Embalse	33
Obra civil casa de máquinas	18
Camino de Acceso	60
Obra Civil cortina	22
<b>Total</b>	<b>130</b>

#### **II.2.6.4 Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.**

En las inmediaciones de la P.H. Santa Clara, existe actualmente un camino de acceso de terracería que inicia en la población de Jacala, Hidalgo, sobre la carretera federal 85 a Tamazunchale, San Luís Potosí, con una longitud de 29.2 km hasta la población de San Vicente; posteriormente se tiene un camino más angosto de 2.7 km; después ya no hay más caminos. Consecuentemente, se tiene que construir un camino de acceso hasta la casa de máquinas con una longitud de 16 km, con sección de 6 m y pendiente gobernadora de 9%, a la que se adiciona una cuneta de 1 m de ancho. Se utilizará el túnel de conducción de la casa de máquinas a la cortina de la presa como camino para la construcción de la presa (ver Figura 1).

#### **II.2.6.5 Situación legal del predio.**

Respecto a los terrenos afectables por las 130 ha requeridas, la mayor parte corresponden al tipo de tenencia de la tierra pequeña propiedad, de la localidad de Pácula. Una porción menor, colindante al Río Moctezuma corresponde a zona federal.

#### **II.2.6.6 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y colindancias.**

##### **II.2.6.6.1 Uso actual del suelo en el sitio de proyecto.**

La región del proyecto es una zona serrana de topografía accidentada, condiciones que la han marginado del desarrollo del país, en consecuencia la ausencia de caminos e infraestructura urbana son predominantes, en ese sentido no se han desarrollado usos del suelo distintos al nativo u original, el cual actualmente permanece cubierto con distintos tipos de vegetación, de acuerdo a las condiciones ambientales a las que dan respuesta. A continuación se mencionan y describen brevemente los tipos de vegetación presentes en el sitio del proyecto:

##### **Selva Baja Caducifolia**

Es una comunidad conformada por árboles que pierden sus hojas en la época seca del año, aproximadamente de 6 a 8 meses; se desarrolla preferentemente de los 300 a 1450 msnm. Los árboles presentes en este tipo de vegetación tienen copas que suelen ser mas anchas que altas, horizontales y algunos tienen cortezas exfoliantes, fisuradas, en muchos de los casos lisas. En el área de influencia se cuenta con una superficie



aproximada de 145, 250 ha, en los municipios de Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Landa de Matamoros y Arroyo Seco. Con especies como Chaca (*Bursera simaruba*), Palo cenizo (*Capparis incana*), Jopoy (*Esenbeckia berlandieri*), Palo de arco (*Lysiloma microphylla*), Aquiche (*Guacima ulmifolia*), entre otras. La Selva Baja Caducifolia se distribuye en el área de embalse, zona de obras y parcialmente en el trayecto del camino de acceso.

Bosque de Encino (*Quercus*) y Pino-Encino

El encinar se desarrolla, entre los 800 y 3,100 msnm, está compuesto por árboles robustos mayormente perennifolios. El municipio que reporta el área más extensa es Pinal de Amoles, pero también se desarrolla en Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, Arroyo seco y Peñamiller, siendo las especies características: *Quercus mexicana* y *Quercus castanea*, entre los 1,200 a 2,300 msnm. Asociado a éste tenemos algunos bosquecillos de *Juniperus*, conformando unidades puras y de pino-encino, este tipo de vegetación se desarrolla en sitios más altos de las serranías cercanas al área de estudio. Este tipo de vegetación se distribuye en las partes altas de la región y coincide con el trazo del camino de acceso en la parte de mayor altitud.

#### **II.2.6.6.2 Uso del suelo en las colindancias donde se realizará el proyecto.**

Adicionalmente a los tipos de vegetación mencionados, en las colindancias del proyecto se presentan los siguientes tipos:

Matorral Xerófilo

Es un conjunto de comunidades vegetales dominadas por plantas mayormente arbustivas, las cuales crecen en regiones áridas y semiáridas. En el área de estudio o Sistema Ambiental Regional ocupa aproximadamente 56,419 ha. De acuerdo con su composición florística y la forma biológica de las especies dominantes, en la Reserva se encuentran los siguientes subtipos:

Matorral submontano

Se caracteriza por la predominancia de arbustos altos o de árboles bajos, de 3 a 5 m de alto, caducifolios, generalmente por períodos cortos durante la época seca del año. Presentan hojas o folíolos pequeños. Se desarrolla entre los 800 a los 2200 msnm. Se localiza en cerros con poca elevación sobre suelos de roca caliza o reolita, las especies más frecuentes son: Barba de chivo (*Acacia angustissima*), Guajillo (*Acacia berlandieri*), Mezquitillo (*Acacia micrantha*), San Pedro (*Cigarrilla mexicana*), Trompillo (*Cordia boissieri*), entre otras. Este tipo de comunidad lo podemos encontrar en los municipios de Jalpan de Serra, Arroyo Seco y en la parte alta de Peñamiller, así como en los cañones de los Ríos Extóraz y Moctezuma.

Matorral Rosetófilo

Se localiza en áreas muy pequeñas en la cuenca del Río Extóraz y Peñamiller entre los 1,600 y 2,200 msnm y comparte características con el

Matorral Micrófilo. Su nombre se desprende de la fisonomía que se debe a que las especies arbustivas o subarbustivas de hojas alargadas y angostas agrupadas a manera de rosetas en este grupo se encuentran las arborescentes, por tener un tallo bien desarrollado, como es el caso del género Yucca (Palma o izote) y Dasylirion (Sotol) y de las que presentan un tallo corto y hojas en la base en forma de roseta como el Maguey (Agave) y Lechuguilla.

#### Vegetación de Galería

Esta comunidad está conformada por árboles y arbustos que se desarrollan en sitios con mal drenaje, tanto en las orillas de ríos como en áreas encharcadas; se caracteriza porque en su mayoría sus componentes son siempre verdes de hojas delgadas y alargadas. Este tipo de vegetación se presenta en las orillas de los Ríos Extóraz, Moctezuma, Jalpan y Santa María, con especies como Álamo (*Platanus mexicana*), Sabino (*Taxodium mucronatum*), Sauces (*Salix sp.* y *Salix humboldtiana*), Nogal (*Carya illinoensis*) e Higueras (*Ficus sp.*).

#### **II.2.6.6.3 Urbanización del área.**

No existe infraestructura urbana ya que el proyecto se localiza en una zona rural.

#### **II.2.6.6.4 Distancia del proyecto al área natural protegida más cercana.**

La margen derecha del Río Moctezuma donde se ubica la casa de máquinas del PH Santa Clara se encuentra declarada como Área Natural Protegida en la modalidad de Reserva de la Biósfera, denominada Sierra Gorda, la cual no sería afectada por el proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.

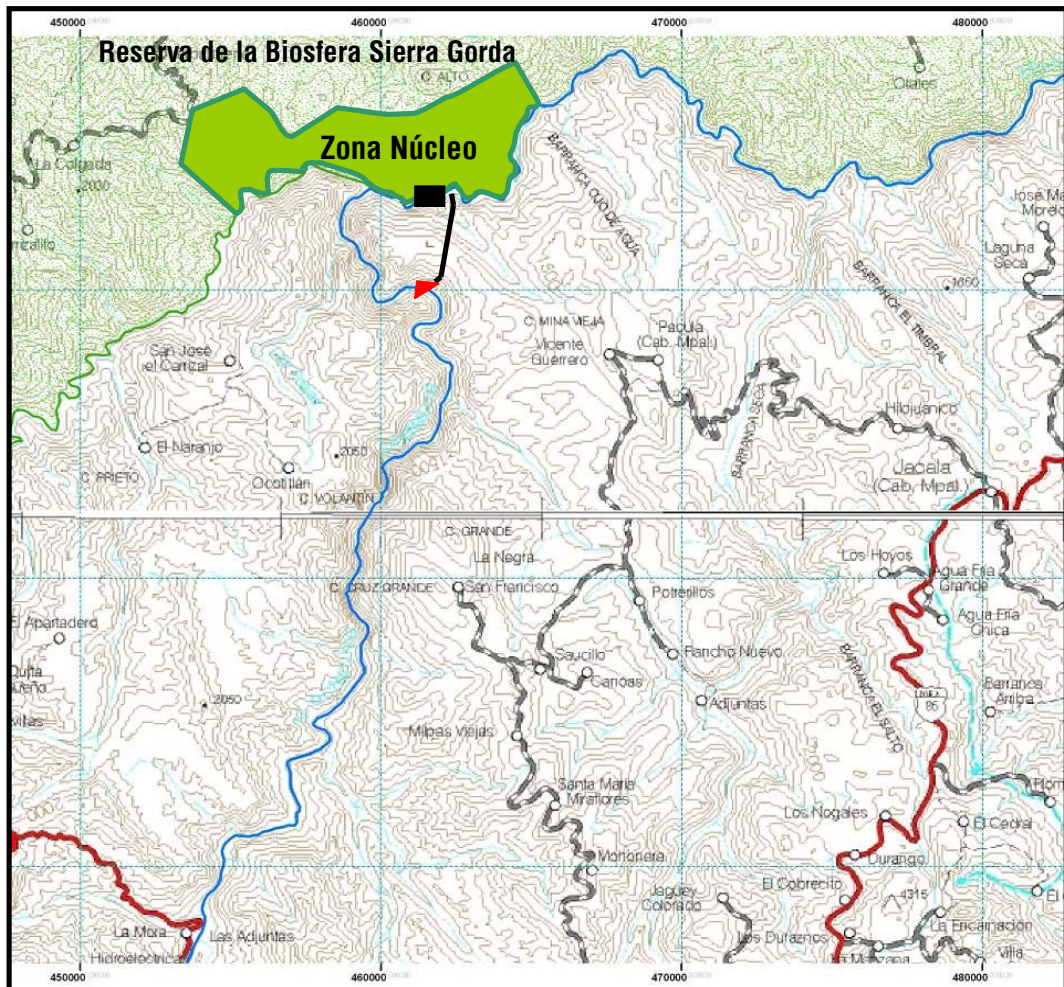


Figura 3. Localización del ANP Sierra Gorda

#### II.2.6.6.5 Otras áreas de atención prioritaria.

La misma Área Natural Protegida Sierra Gorda, así como el Río Moctezuma son considerados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como Región Terrestre Prioritaria, denominada Sierra Gorda – Río Moctezuma (PTP 101), la misma CONABIO la considera como Región Hidrológica Prioritaria y la denomina como Confluencias de las Huastecas.

Por otro lado no se tienen reportes de sitios históricos o arqueológicos, ni comunidades indígenas en el proyecto o cercano a éste. Por otro lado las áreas afectables no corresponden a alguna región prioritaria (terrestre, hidrológica o para la conservación de las aves) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

## **II.2.7 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.**

### **II.2.7.1 Preparación del sitio.**

A. Desmontes, despalmes.

a) Ubicación en plano, de los sitios por afectar.

Las superficies afectables aparecen los distintos planos del proyecto.

b) Tipos de vegetación por afectar y superficie.

La zona a afectar corresponde las siguientes superficies:

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>SUPERFICIE REQUERIDA (HA)</b>
Embalse	
Selva Baja Caducifolia	33
Obra civil casa de máquinas	
Selva Baja Caducifolia	18
Obra Civil cortina	
Selva Baja Caducifolia	22
Camino de Acceso	
Bosque de Encino	15
Bosque Enc-Pino/Veg. Sec. Arbus	29
Selva Baja Caducifolia	16
<b>Total</b>	<b>130</b>

c) Superficie por afectar.

Para implantar el proyecto se requieren de 130 ha.

d) Porcentaje de la superficie total del predio por afectar.

Se afectarán totalmente las ha requeridas para uso definitivo, las áreas de uso temporal serán sometidas a restauración ambiental.

e) Técnicas a emplear para la realización de los trabajos.

Mediante la utilización de maquinaria pesada, tractor con cargador frontal, se aplicará la limpieza y desmonte en la zona de la cortina, sobre 0.4 ha correspondiendo por ambas márgenes a Selva Baja Caducifolia. La técnica para limpieza será en primera instancia el derribo del arbolado para la extracción de los productos forestales que presenten potencial comercialización, mediante la utilización de motosierras para el derribo de los árboles y camiones para extraer el material, adicionalmente se procederá a la limpieza del material suelto, esto es, suelo y material de acarreo del río, esto con la finalidad de hacer aflorar la roca que soportará las estructuras y obras civiles. Previo a lo anterior serán realizadas las actividades de rescate de flora y fauna de importancia ecológica y económica.

f) Tipo y volumen de material por remover.

Se trata de realizar la limpieza en 0.4 ha para tener espacio y realizar la construcción de la presa, el material a remover consiste de madera y material geológico.

g) Forma de manejo, traslado y disposición final del material de desmonte.

Los productos del desmonte serán acumulados para su posterior utilización en las acciones de restauración. El material aluvial se transportará y servirá de relleno para las nivelaciones en los bancos de material.

h) Sitios establecidos para la disposición de los materiales.

El material producto del despalme será acomodado en los límites de las áreas de desmonte, para posteriormente ser utilizado en las medidas de mitigación, para la restauración de bancos de material.

B. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones.

a) Descripción de los trabajos a realizar.

Se requiere una excavación del orden de 107 845 m<sup>3</sup> para la conformación del túnel de conducción, 46 099 m<sup>3</sup> para el túnel de desvío y de 650 000 m<sup>3</sup> para el camino de acceso, lo que suma un total de 803 944 m<sup>3</sup> de material excavado. Si el volumen de la cortina requiere de 85 000 m<sup>3</sup> de concreto, restarán más de 718 944 m<sup>3</sup> para colocarlos en el depósito de material de desperdicio ubicado según plano de Localización de Zona de Desperdicios.

c) Tipo, volumen y fuente de suministro del material requerido para la nivelación del terreno.

No aplican nivelaciones.

d) Tipo y volumen de material sobrante durante el desarrollo de estas actividades.

Se estima un total de 718 944 m<sup>3</sup> de material geológico tipo caliza que será sobrante de la construcción.

e) Forma de manejo, traslado y lugar de disposición final del material sobrante.

El material, por ser en su mayoría aluvial y de talud, será extraído con máquinas excavadoras que lo depositarán en camiones de volteo para ser transportado a los depósitos de material de desperdicio, lo mismo sucederá con el material excavado en los túneles de desvío y conducción. El depósito de material de desperdicio será ubicado según plano de Localización de Zona de Desperdicios.

### II.2.7.2 Construcción.

#### Cortina.

Definida la elevación de la corona de acuerdo a requerimientos de operación hidráulica del embalse y una vez establecido que lo más conveniente desde los puntos de vista económico y constructivo sea una cortina u obra de contención consistente en una presa de Concreto Compactado con Rodillo (CCR) con un vertedor de demasías integrado al cuerpo de la presa, ubicado al centro.

La altura de la cortina es de 25 m al NAMO, la cual se construirá en capas de 30 cm para permitir una compactación adecuada y con juntas de contracción a cada 30 m para evitar agrietamientos en el cuerpo de la presa. La longitud de la corona es de 130 m y su ancho de 5 m. El nivel de desplante se encuentra teóricamente a 3 m por abajo del lecho del río, es decir, a la elevación 687 m, en el entendido que éste quedará definido por la aparición de roca sana durante la limpieza del cauce.

El volumen de concreto compactado con rodillo es de 85,000 m<sup>3</sup>. Por razones constructivas, se decidió mantener el parámetro de aguas arriba vertical y, del análisis de estabilidad, se determinó que el talud de aguas abajo es 0.8: 1. El talud de aguas abajo se conforma por escalones de CCR; su altura es de tres capas de CCR (90 cm) con una plantilla de 75 cm (ver Figura 4).

Para desplantarla es necesario retirar de las laderas y cauce los materiales de cobertura, suelo residual, talud y acarreo hasta llegar al material de mejor calidad; rocas de la unidad. Hecho lo anterior se debe limpiar con agua y aire el área de desplante.

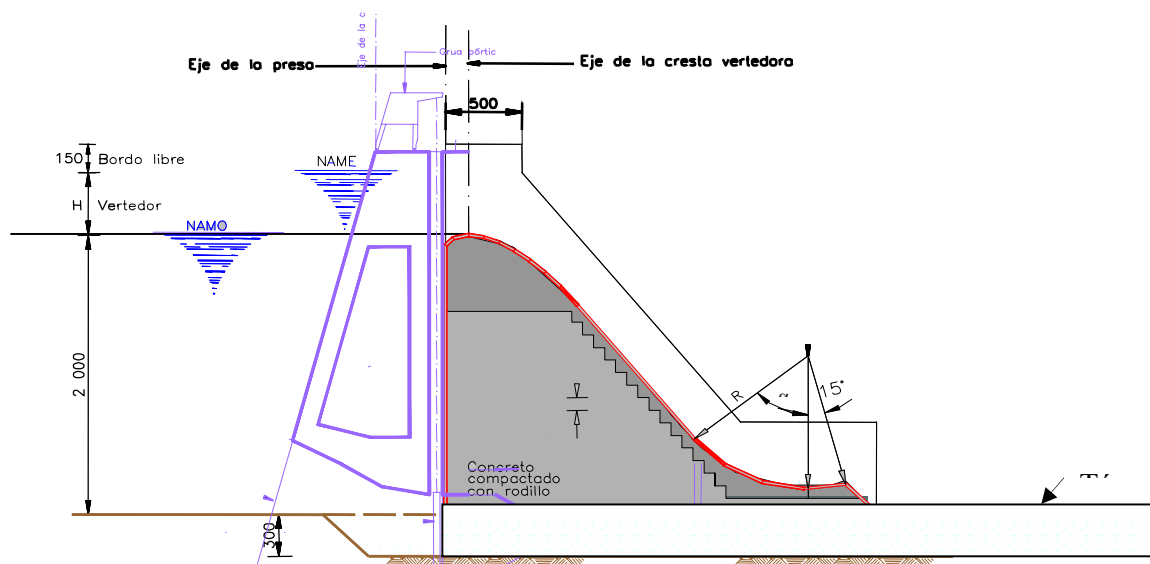


Figura 4. Corte de la Cortina tipo CCR

La cortina se podrá construir una vez funcionando la obra de desvío, que se menciona a continuación.

Obra de desvío.

La obra de desvío se localiza en la margen izquierda del Río Moctezuma y estará formada por un túnel sin revestir de sección portal de 9.8 x 9.8 m con una longitud de 480 m (ver Figura 5). Se realiza con el objeto de desviar el río mediante una pequeña presa denominada ataguía, para conducirlo por el túnel mencionado, con lo cual se deja seco el tramo donde se desplantará la cortina, de modo que se puede trabajar en el cauce sin escurrimiento de agua.

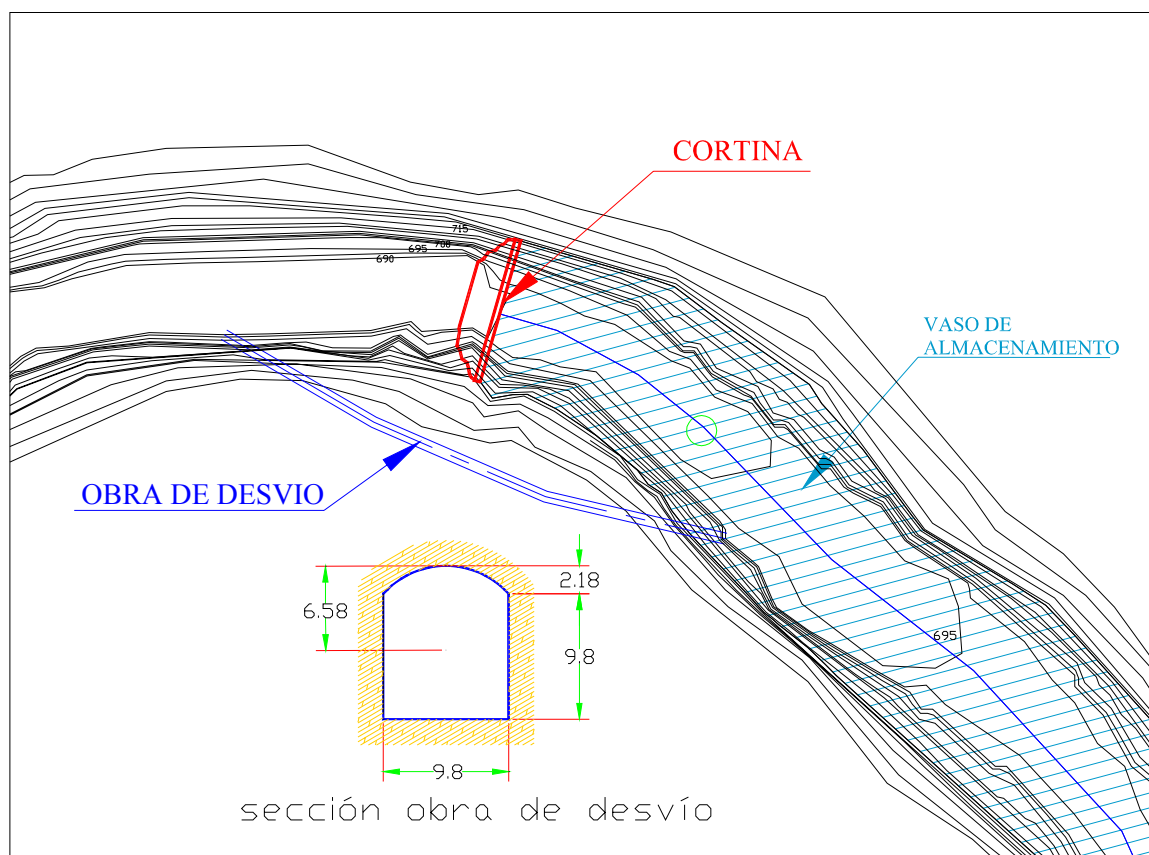


Figura 5. Obra de desvío

El cierre del cauce se realizará mediante una ataguía de materiales graduados, que se ubicará aguas arriba de la cortina, con un talud 2:1. El material graduado se obtendrá de los cortes que se realicen a los caminos de acceso. El cierre del túnel se realizará inicialmente con obturadores metálicos y se cerrará en forma definitiva con un tapón de concreto cuando finalice la construcción.



Los datos principales para esta obra de desvío son:

Gasto máximo de la avenida 887 m<sup>3</sup>/s  
Gasto máximo de diseño 768 m<sup>3</sup>/s  
Período de retorno 20 años  
Elevación ataguía aguas arriba 685 m  
Elevación de entrada túnel 676 m  
Longitud total 480 m  
Velocidad máxima 7 m/s  
Área de inundación al NAMO 30 ha.

#### Obra de excedencias

La obra de excedencias servirá para dejar pasar los volúmenes excedentes de agua durante el período de avenidas, en caso de presentarse una avenida cuyo volumen supere la capacidad del embalse al NAMO. La obra de excedencias es el resultado del análisis del nivel máximo de inundación (NAME), así como de los tirantes en el canal de descarga que se traducen en la altura de los muros, del ancho permisible de la cresta, de las condiciones orográficas en la descarga, etc.

La obra de excedencias, para fines prácticos, se compone de tres estructuras principales: el cimacio (o vertedor) que regula y gobierna las descargas de la presa, el canal de descarga (o rápida) que conduce el escurrimiento y la cubeta deflectora que lanza el chorro a una distancia tal que no produzca daños al pie de la presa. El cimacio es de cresta libre y se aloja en el centro de la cortina: su altura es de 5.8 m y su ancho de 80 m; el canal de descarga es de ancho variable y su pendiente es igual a la pendiente de la presa; la cubeta deflectora tiene un ancho de 65 m.

El gasto máximo de la avenida de diseño de ingreso al vaso de la presa es de 2,758 m<sup>3</sup>/s cuyo período de retorno es de 10 mil años. Las velocidades en el canal de descarga del vertedor alcanzan valores de 26 m/s.

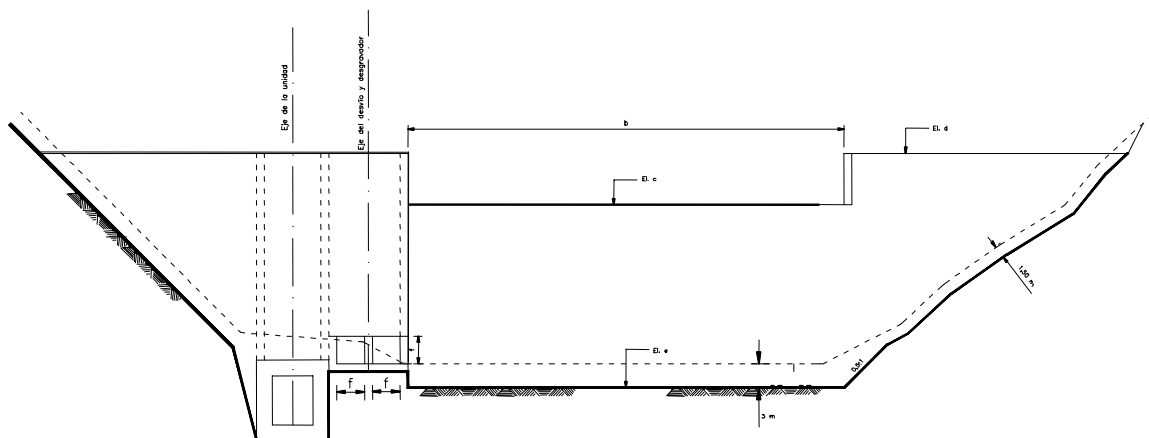


Figura 6. Obra de excedencias



Los datos principales para esta obra de excedencias son.

Gasto máximo de la avenida 3,239 m<sup>3</sup>/s

Gasto máximo de diseño 2,758 m<sup>3</sup>/s

Período de retorno 10,000 años

Elevación cresta 715 m

Longitud de la cresta 80 m

Altura de la cresta 5.8 m

Velocidad máxima 26 m/s

#### Obras de Generación

La obra de generación consiste de tres estructuras principales: Obra de Toma; Túnel de Conducción y Casa de Máquinas, las que se describen a continuación:

##### Obra de toma

La obra de toma se ubica en la margen derecha de la presa y se comunica con el túnel de conducción, que llega hasta la casa de máquinas ubicada a 3.25 km de la obra de toma.

La concepción de la obra de toma es resultado del análisis de una serie de variantes. Se conforma, en general, por una torre adosada a la presa de CCR con entradas provistas de rejillas y compuertas, así como escaleras para inspección, en la cual se localiza una válvula de mariposa y una galería de acceso.

En la torre se han colocado 2 compuertas en diferentes niveles con la finalidad de permitir la entrada de agua en niveles convenientes y para tener tomas adicionales en caso de que las tomas más profundas tengan que obturarse por condiciones de azolves. Las compuertas están equipadas de mecanismos de izaje accionados con motores eléctricos, dejando como opción una maniobra manual.

##### Túnel de conducción

El túnel de conducción tiene una longitud de 3.25 km, es de tipo herradura de 6.5 m de diámetro, trabajará a presión y conducirá un gasto de 120 m<sup>3</sup>/s (ver Figura 5). Al final de túnel de conducción, se colocará un pozo de oscilación de 10 m de radio y 130 m de altura. El túnel de conducción se conectará en su extremo con una tubería de acero de 3.8 m. de diámetro y 250 m de longitud, la cual se bifurcará en 2 ramales de 1.8 m.

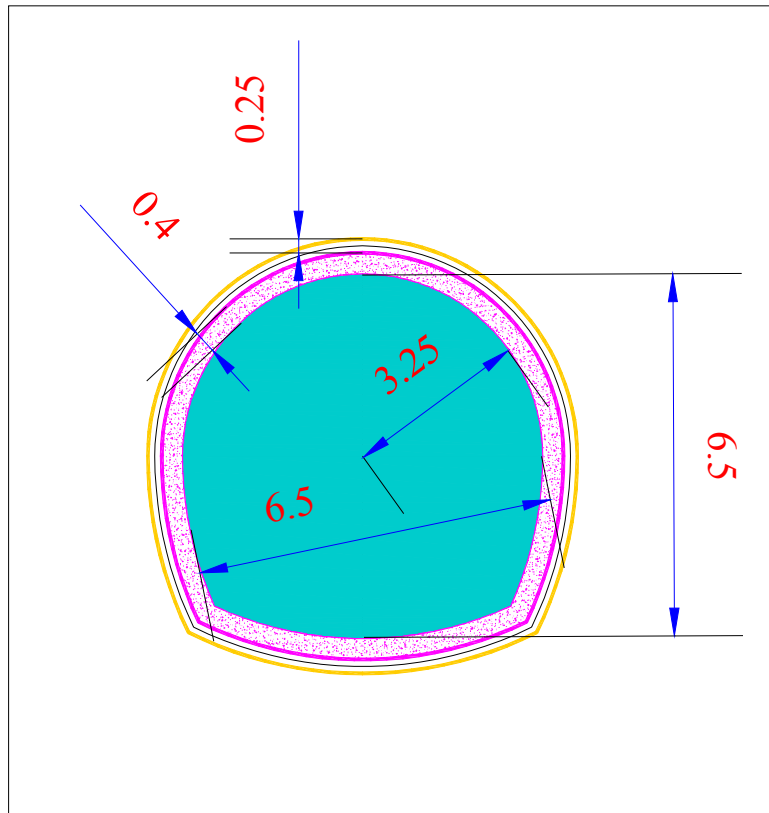


Figura 6. Sección transversal del túnel de conducción

#### Casa de máquinas

La casa de maquinas se ubicará al final de túnel de conducción. Se planeó como una estructura superficial. Se construirá sobre una plataforma al nivel 565 msnm con superficie de 60 m de longitud y 25 m de ancho. Se ubicarán dos unidades turbogeneradores con turbinas Pelton de aproximadamente 75 MW de potencia cada una, así como los equipos generadores.

#### Caminos de acceso:

En las inmediaciones de la P.H. Santa Clara, existe actualmente un camino de acceso de terracería que inicia en la población de Jacala, Hidalgo, sobre la carretera federal 85 a Tamazunchale, San Luís Potosí, con una longitud de 29.2 km hasta la población de San Vicente; posteriormente se tiene un camino más angosto de 2.7 km; después ya no hay más caminos. Consecuentemente, se tiene que construir un camino de acceso hasta la casa de máquinas con una longitud de 16 km, con sección de 6 m y pendiente gobernadora de 9%, a la que se adiciona una cuneta de 1 m de ancho. Se utilizará el túnel de conducción de la casa de máquinas a la cortina de la presa como camino para la construcción de la presa (ver Figura 7).

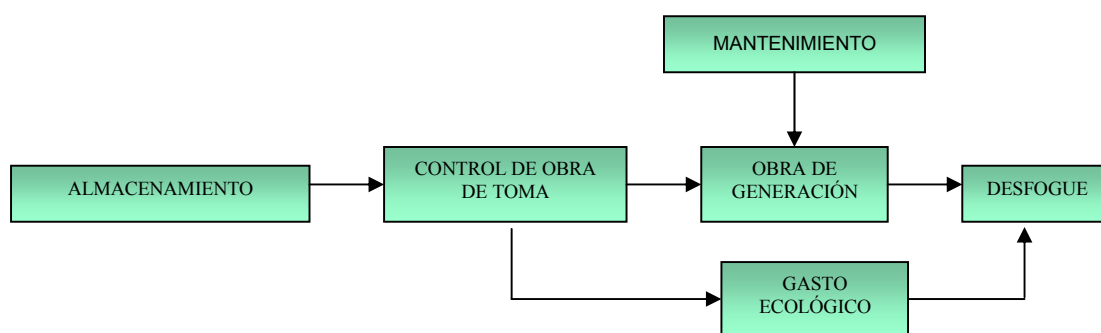


Figura 7. Croquis del trazo del camino de acceso

### II.2.7.3 Operación y mantenimiento.

Diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de flujo es bastante sencillo debido a que representa el paso del agua, la fuente de abastecimiento la constituye la presa de almacenamiento, cuya salida o paso del agua es controlada mediante las válvulas de la obra de toma, la que conduce a la red de canales principales y laterales, así como la red de drenaje para finalmente irrigar las superficies requeridas. En las obras hidráulicas la operación está a cargo de la Comisión Nacional del Agua, por otra parte, la red de canales y drenaje están a cargo de los usuarios a través de las concesionarias.



### II.2.7.3.1 Descripción general de las actividades de mantenimiento.

Consisten en cambio de los aceites utilizados en la maquinaria, así como algunas partes dañadas de dicha maquinaria, lo que se realiza cada 2 a 3 años. El aceite residual se maneja con compañías especializadas para su reciclaje o disposición final de acuerdo a la normatividad ambiental. En la presa también puede aplicarse algún desazolve, sin embargo éste podrá ser en no menos de 50 años o más, de acuerdo al estudio de capacidad de azolves y la vida útil del proyecto.

### II.2.8 ABANDONO DEL SITIO.

No existen planes para el abandono del sitio, las presas tienen una vida útil larga y no es posible determinar cuales serán las condiciones al finalizar su vida útil, pues a pesar que tienen como requisito como mínimo 50 años, es posible alargar este período indefinidamente, tal y como ha pasado en varias de las presas en México.

## II.3 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS.

### II.3.1 PERSONAL.

En este apartado se analizarán los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada y se especifica los lugares de procedencia de los trabajadores:

Etapa y actividad	Área de labor	Cantidad	Tiempo de empleo*
<b>Preparación del sitio</b>			
Desmontes y despalmes	Operadores	6	24
	Peones	6	24
	Ayudantes generales	4	16
	Residentes de suelos	2	24
<b>Construcción</b>			
Presas y ataguías	Operadores	14	72
	Peones	14	72
	Topógrafos	4	52
	Cadeneros	8	52

	Ayudantes generales	16	72
	Residentes de suelos	2	72
	Residentes de obra civil	2	72
Colocación de materiales	Operadores de carga	20	72
Bancos de materiales	Topógrafos	6	5
	Operadores carga	6	72
	Ayudantes generales	4	72
	Op. de martillos de percusión	8	35
	Operador de maquinaria	2	72
Acarreos	Operadores de carga	40	72
	Técnicos	6	72
	Laboratorista mecánica de suelos	4	96
	Especialista en mecánica de suelos	2	96
	Ayudantes generales	12	96
Concretos	Armadores	40	50
	Carpinteros	40	50
	Ayudantes generales	40	50

<b>Etapas y actividades</b>	<b>Área de labor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo de empleo*</b>
Mamposterías	Albañiles	40	30
	Peones de albañil	40	30
	Peones de albañil	20	30
	Peones de morteros	20	30
Rellenos	Peones	40	72
Acero estructural	Soldadores	10	32
	Ayudantes de soldador	6	32
Tuberías de aceros	Soldadores	17	32
	Ayudantes generales	15	32
	Chóferes	3	32
	Paileros	5	32
	Operadores de grúas pluma	2	32
Conceptos diversos	Albañiles	2	96
	Ayudantes	10	96
	Soldadores	2	96
Tratamientos	Perforistas	4	36
	Ayudantes	8	36
	Chóferes	2	36
	Ayudantes de bombas	8	36
	Almacenes	Almacenista	2
	Chóferes combustibles	4	96
	Mecánicos	2	96

Constructora oficinas	Residentes de obra civil	4	96
	Auxiliares de residentes	4	96
	Chofer	1	96
	Secretaria	1	96
	Ayudantes limpieza	10	96
Riego a caminos	Operadores de camión cisterna	5	48
	Ayudantes de camión cisterna	5	48
<b>TOTAL en Selección del Sitio y Construcción</b>		<b>600</b>	<b>temporales</b>
Operación		<b>10</b>	<b>Permanente</b>
<b>Mantenimiento</b>		<b>10</b>	<b>1 al año</b>

\*en semanas

El período con mayor número de personal contratado será durante la etapa de construcción de la cortina que simultáneamente se realizará con el vertedor y la obra de toma, durante 72 semanas se estima que existirá el máximo número de trabajadores laborando.

Los lugares de procedencia de los trabajadores serán de localidades cercanas al proyecto.

### **II.3.2 INSUMOS.**

#### **II.3.2.1 Recursos naturales renovables.**

Las necesidades del proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción, no permiten la utilización de recursos naturales renovables, ya que las estructuras requieren solamente materiales geológicos como arcillas, arenas, gravas y roca, los cuales son recursos naturales no renovables. En las únicas partes donde se requiere madera es en las pequeñas construcciones donde se aplique cemento, sin embargo por ser de magnitudes muy superiores a las de las viviendas, la mayor parte de las aplicaciones de concretos se realizarán con cimbras metálicas.

Durante la operación el único recurso utilizado será el agua para la generación de electricidad, principal objetivo del presente proyecto, lo que se explica detalladamente en todo el cuerpo del presente informe. Cabe la aclaración de que el agua que se utilizará para la generación de electricidad no será objeto de modificación o aprovechamiento, solo se utilizará su energía potencial y cinética en este proceso limpio.

##### **II.3.2.1.1 Agua.**

a) Cantidad de agua que se utilizará, tanto cruda como potable o tratada, y su(s) fuente(s) de suministro en cada una de las etapas del proyecto.

En la etapa de preparación del sitio las necesidades de agua serán solamente para abastecer el consumo de los 20 trabajadores que durante 3 meses laborarán. Considerando un consumo de 20 litros diarios por trabajador se estima un total de 36,000 litros de agua potable, sin presentarse consumos excepcionales.

Durante la construcción se calcula un consumo de 0.84 l/s durante el desarrollo de la construcción, en el pico de las actividades, incluye el riego de caminos para disminuir polvos furtivos, fabricación de concretos y humectación de arcilla en el núcleo, entre las que mayor demanda requieren. El abastecimiento será del propio Río Moctezuma, la cual tiene calidad apropiada para los requerimientos de la obra. Se realizará una toma directa al arroyo por medio de bombas hidráulicas en camiones cisterna, los que transportarán el líquido hasta los sitios donde se requieran.

En la etapa de operación, los volúmenes requeridos son mínimos, puesto que el personal necesario para operar la presa es el mínimo, entonces nos referimos al agua que será utilizada en los servicios sanitarios, oficinas, etc. Descartando aquella que será almacenada, conducida y aprovechada en el riego y gasto ecológico.

<b>Etapa</b>	<b>Agua</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Origen</b>
Preparación del sitio	Potable	36	comercial
Construcción	Cruda	17,000	arroyo
	Potable	2,585	comercial
Operación	Cruda	20 mensuales	arroyo
	Potable	1 mensual	comercial
Mantenimiento	Potable	4 anuales	comercial

### **II.3.2.2 Materiales y sustancias.**

Se presentan los materiales y sustancias necesarias para construir la obra, aclarando que en las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento, no se requieren materiales, ya que es en la etapa de construcción cuando se edifica y conforma la cortina, el desvío, obra de excedencias y la obra de generación, que son las que requieren materiales y sustancias para su desarrollo, aclarando que será el que se consume, descartándose aquel que se pueda utilizarse posteriormente.

Materiales en la etapa de construcción

<b>Material</b>	<b>Fuente de suministro</b>	<b>Forma de traslado</b>
Geológico	Bancos de materiales	Camiones de volteo
Concreto	Fabricación en	Camiones

	concreteras locales	
Varillas de acero	Adquisición de empresa localizada en la región.	Camiones
Tubería de acero	Empresa ubicada en la Ciudad de México	Camiones

Respecto a las sustancias que serán utilizadas en el proyecto, cabe aclarar que las únicas serán las concernientes a combustibles y lubricantes, necesarios para el movimiento de tierra, transporte de personal y material, esto se acentúa en la construcción del proyecto, por existir mayor actividad, sin embargo durante la preparación del sitio y operación, las cantidades no son significativas.

Explosivos.

Tipo de explosivo	Cantidad almacenada	Cant/día empleada	Tipo de almacenamiento	Tipo de transportación	Acción en la que se emplea*
TOBEX	500 kg	100	Polvorín	Terrestre en vehículos adecuados para la actividad	Excavaciones y explotación de banco de roca

Se explotarán 803 944 m<sup>3</sup> de roca y para cada 1 000 m<sup>3</sup> de explotación se requiere el siguiente material:

10 fulminante  
 10 kg de Tobex  
 25 ml de cañuela  
 100 kg Mexamon  
 20 lt de diesel

Materiales radioactivos.  
 No aplica.

### **II.3.2.3 Energía y combustible.**

El proyecto requerirá energía eléctrica para la construcción y operación, la que se abastecerá mediante una línea de alimentación con su correspondiente subestación eléctrica, dicha línea tendrá una capacidad de 115 kv , en dos circuitos, con una longitud de 33 km, cable conductor 477 CSR, montada sobre torres de acero y se originará de la existente en la Presa Zimapán.

Las necesidades de combustibles para el desarrollo del proyecto son durante la etapa de preparación del sitio y construcción, ya que en la de operación el proyecto funcionará en forma manual mecánica, se estima que para el funcionamiento de la maquinaria se requiere un total de 589,680 litros anuales de diesel, que será consumido en el tiempo que se dure la conformación de las estructuras de la obra. Respecto a la gasolina, se estima



que el consumo será de 112,320 litros por cada 24 meses que dure la preparación del sitio y construcción del proyecto.

El equipo que requiere estas cantidades se presenta en el siguiente tema de maquinaria y equipo, pues son los únicos elementos del proceso que consumirán combustible, el diesel lo requiere generalmente el equipo pesado, los vehículos de transporte utilizarán gasolina, en ese sentido, estos vehículos transportarán el diesel y lo llevarán hasta donde se localice la maquinaria que lo requiera, transportándose por motivos de seguridad 400 litros por vehículo, que perfectamente cabe en 2 tambos de 200 litros.

Durante la construcción es necesario el establecimiento de tanques de almacenamiento de combustibles que serán abastecidos directamente con camiones cisternas autorizadas por PEMEX. Los vehículos acudirán al sitio de la gasolinera, mientras a la maquinaria se transportará el combustible hasta el sitio que ésta se encuentre, mediante la utilización de contenedores de 200 l, en vehículo de tres toneladas.

#### **II.3.2.4 Maquinaria y equipo.**

Se presenta la información relacionada con la utilización de maquinaria y equipo en forma de síntesis en la siguiente tabla, la presencia de maquinaria será solamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, de modo que todos los conceptos en la tabla pertenecen a dicha etapa.

<b>Maquinaria</b>	<b>No.</b>	<b>Tiempo en obra*</b>	<b>Horas diarias</b>	<b>Tipo de combustible</b>	<b>Decibeles emitidos</b>
Retroexcavadora con o sin martillo	2	20	6	Diesel	110
Martillos hidráulicos	4	18	6	Diesel	110
Vibrocompactadoras pata de cabra	4	18	6	Diesel	110
Vibrocompactadoras de rodillo	2	18	6	Diesel	100
Motoconformadora	2	18	6	Diesel	90
Rodillos manuales	4	18	6	Diesel	90
Compactadoras manuales	16	18	6	Diesel	90
Vehículos de carga	20	18	6	Diesel	90
Vehículos de transporte	6	24	4	Gasolina	70

\* meses

## **II.4 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.**

### **II.4.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

Debido a las características del proyecto, se generarán cantidades de residuos peligrosos que requieren su adecuado manejo. Si bien el material a utilizar es principalmente de origen geológico, éste debe ser excavado, transportado y colocado por maquinaria pesada y vehículos de transporte. Se aplicará

mantenimiento menor a vehículos a gasolina en talleres especializados, los cuales están disponibles en la región, de modo que esos talleres son responsables del manejo de los residuos de grasas, aceites y lubricantes; el equipo y maquinaria mayor que debe ser engrasada y abastecida de combustibles y lubricantes deberá contar con un programa de manejo de residuos peligrosos, que considere el acopio de material contaminado (estopas y material impregnado, envases vacíos, etc) su almacenamiento temporal en una estructura que cuente con su base impermeable al suelo y con contenedor para derrames, así como estar sombreado, aislado, ventilado y contar con equipo contra incendios, los residuos peligrosos deberán ser transportados para su destino final por una empresa especializada en la materia. Otra fuente de residuos peligrosos son los de las letrinas, sin embargo se contratará una empresa especializada en el manejo de letrinas portátiles, quienes se responsabilizarán de todo el proceso, desde la colocación de la letrina, su mantenimiento, disposición final de los residuos y retiro de dichas letrinas.

#### **II.4.2 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS.**

Este tipo de residuo se generará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, ya que en la etapa de operación no se generarán residuos. Su manejo consiste de su acopio en contenedores tapados, los cuales serán de dos colores para distinguir los residuos orgánicos e inorgánicos, los primeros serán depositados en una fosa exprofeso calculada con base en el número de trabajadores (considerando 0.75 kg de basuras por persona al día, estimamos que se generará un máximo de 450 kg de basuras municipales al día, que corresponde al pico durante la temporada de mayor número de trabajadores, 600 empleados) el material depositado será mezclado con tierra para su composteo.

Los residuos inorgánicos serán separados en reciclables (que se aprovecharán mediante su envío a centros de acopio) y no reciclables, que serán depositados en un sitio donde la autoridad municipal indique y autorice.

Materiales de construcción como: suelo, roca, arena, entre otros.

Se estiman 718 944 m<sup>3</sup> de material geológico sobrante de las excavaciones para colocarlos en el depósito de material de desperdicio ubicado según plano de Localización de Zona de Desperdicios.

Orgánicos: material vegetal.

Son 0.4 hectáreas a desmontar para edificar las estructuras de la obra, la vegetación a derribar que se presenta en laderas de la boquilla.

Residuos que son arrastrados por la corriente y es retirado de las presas, rejillas o filtros de las conducciones, cribas, etc.

Los residuos a presentarse en la corriente son troncos o productos vegetales arrastrados por las lluvias y sus escurrimientos que constituyen material orgánico, los cuales serán extraídos y depositados en sitios cercanos a la presa para que se reintegren de manera natural al suelo.

#### **II.4.3 SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL.**

Los residuos sólidos municipales inorgánicos y que no tengan propiedades reciclables serán dispuestos en el relleno sanitario construido para dar servicio al PH Santa Clara.

#### **II.4.4 DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.**

El agua residual que se origine en la realización del proyecto será por un lado la proveniente de las letrinas portátiles que se colocarán para evitar el fecalismo al aire libre, esta agua será colectada por la empresa especializada que para el efecto se contrate, la cual se hará cargo de su disposición final, de acuerdo a la normativa ambiental vigente.

Para los campamentos, comedores y oficinas se propone una planta de tratamiento para aguas residuales municipales, que estará registrada ante CNA la que determinará las condiciones particulares de descarga. Los talleres serán cubiertos con otro tipo de planta para aguas industriales, que será manejada de igual manera ante las autoridades correspondientes.

#### **II.5 GENERACIÓN Y EMISIÓN DE SUSTANCIAS A LA ATMÓSFERA.**

El proceso de construcción y operación genera o emite sustancias a la atmósfera, como polvos en la cementera y las emisiones vehiculares y de maquinaria. Para la cementera se instalarán dispositivos para el control de emisiones de polvos (tolvas contenedoras, humectación, etc), los vehículos y maquinaria se someterán a mantenimientos preventivos según especificaciones de los vehículos y maquinaria.

<b>III</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LAS REGULACIONES DE USO DE SUELO.....</b>	<b>2</b>
III.1	VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN. ....	3
III.2	ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN.....	20
III.3	CONCLUSIONES.....	26

### **III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LAS REGULACIONES DE USO DE SUELO.**

La Presa Hidroeléctrica de “Santa Clara” que se pretende construir es una obra que permitirá el mejoramiento y modernización en la generación de energía eléctrica. Se han considerado todas las actividades que se realizarán durante la construcción de la misma y se han programado las medidas de mitigación que permitirán cumplir con lo establecido en la legislación ambiental vigente.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Establece en su artículo 27 las disposiciones generales en la que se fundamenta la protección y conservación del medio ambiente, señala que la Nación tendrá el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público para regular en beneficio de la sociedad el aprovechamiento de los elementos naturales, cuidar de su conservación para lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana; establece los usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques a efecto de ejecutar obras públicas y que estas deben de ser planeadas y reguladas para la protección del medio ambiente para el mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Instituye que son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el derecho internacional; las aguas marinas interiores, las aguas de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar, las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes, las de ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cause en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cause de aquellas en toda su extensión o en partes de ellas, sirvan de límites al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República, la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas están cruzadas por líneas divisorias de dos o mas entidades o entre la República y un país vecino; las de los manantiales que broten de las playas, zonas marítimas, causes vasos o riberas, las que se extraigan de las minas y del subsuelo.

Para el aprovechamiento de este recurso agua, el Ejecutivo Federal reglamentará su extracción y utilización y establecer zonas en veda, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional.

Este capítulo tiene como finalidad analizar el grado de concordancia existente entre las características y alcances del Proyecto denominado Presa Hidroeléctrica “Santa Clara”, con respecto a los instrumentos normativos en materia de planeación del desarrollo urbano y la normatividad y reglamentos aplicables en materia ambiental y de planeación que regulan la ejecución de este tipo de obras; identificando y analizando las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos, federal, estatal y municipal, identificando los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde el proyecto será ubicado.

El PH Santa Clara forma parte de una obra de mediana magnitud cuya finalidad es la de apoyar las políticas de fuentes de energía del Gobierno Federal, colaborando con las

demandas de energía eléctrica del centro del país.

En general, la P.H. Santa Clara cumplirá con los siguientes objetivos:

- Instalar una infraestructura moderna, funcional, con tecnología de punta que permita satisfacer las necesidades de energía eléctrica del centro del país;
- Cumplir con los requisitos ambientales; y
- Contar con instalaciones confiables y seguras.

### **III.1 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN.**

Los preceptos jurídicos que sirven de punto de partida y fundamentan el presente análisis de impacto ambiental son:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto o disposición pueden contravenir lo que ella expresa.

Los artículos que inciden de manera general en y durante la ejecución del proyecto son:

Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una mas justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege.

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución.

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional.

Artículo 26.- El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.

La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y

consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo.

Artículo 27.- La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; ... y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

- Plan Nacional de Desarrollo 2000-2006.

El objetivo estratégico fundamental del Plan Nacional de Desarrollo 2000-2006 con respecto a la política económica es promover un crecimiento económico vigoroso y sustentable que fortalezca la soberanía nacional y redunde a favor del bienestar social de todos los mexicanos. Asimismo, se pretende una convivencia fincada en la democracia y la justicia; es por eso que las políticas de aliento al crecimiento económico se aplicarán conjuntamente con estrategias, programas y acciones que tiendan a mejorar las condiciones ambientales y promover un uso racional de los recursos naturales.

El crecimiento sostenido de la economía, así como el empleo y los ingresos de los trabajadores del campo y la ciudad requieren de la inversión para aumentar la infraestructura de las instalaciones y la maquinaria para la producción de todos los sectores económicos. Sin inversión suficiente, no es posible ampliar la capacidad productiva ni absorber el aumento de la mano de obra, para impulsar el crecimiento económico sostenido y sustentable a que se refieren los párrafos anteriores, se establece en el Plan Nacional de Desarrollo las siguientes cinco grandes líneas de estrategia:

1. Hacer del ahorro interno la base fundamental del financiamiento del desarrollo nacional y asignar un papel complementario al ahorro externo.
2. Establecer condiciones que propicien la estabilidad y la certidumbre para la actividad económica.
3. Promover el uso eficiente de los recursos para el crecimiento.
4. Desplegar una política ambiental que haga sustentable el crecimiento económico.
5. Aplicar las políticas sectoriales pertinentes.

De estas estrategias, dentro de la tercera se considera el fortalecimiento de la capacidad de respuesta estratégica y la eficiencia operativa de la Comisión Federal de Electricidad (en adelante CFE), para apoyar el crecimiento y la creación de empleos, por lo que, el proyecto tiende a fortalecer la función pública de la empresa y sus subsidiarias, concentrando su objetivo de generación de energía eléctrica,

conjuntamente con el de transformación y transmisión de la CFE, sumándose a las acciones de la paraestatal que permiten que el suministro sea rápido, confiable y en las cantidades requeridas en el ámbito nacional.

Por lo anterior, la seguridad de operabilidad de la presa analizada en el presente estudio es una muestra de que se cumplirán con las líneas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2000 -2006, ya que el proyecto concentra esfuerzos para un adecuado aprovechamiento de los recursos energéticos, cubriendo los requisitos que establece la legislación vigente promoviendo el desarrollo de estudios ambientales como la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo, entre otros, cumpliendo con la política ambiental planteada a fin de alcanzar un crecimiento sustentable.

El fundamento constitucional de la planeación se encuentra en el Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley de Planeación.

En éstas se determina que la planeación nacional será democrática y, mediante la participación de los diversos sectores sociales, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo, mismos que son obligatorios para la administración pública federal. En su capítulo V, inciso 5.8, establece a la política ambiental como factor importante para un crecimiento sustentable. Altos niveles de protección ambiental impulsan los altos niveles de crecimiento económico, pues la competitividad de un país y el crecimiento de su economía están íntimamente ligados a la sustentabilidad ambiental que tengan. Asimismo, establece que los efectos acumulados durante años y la reducción de oportunidades productivas por causa del mal uso de los recursos naturales, difícilmente podrán ser superados en el corto plazo; es por ello que la atención gubernamental en esta materia debe centrarse en frenar las tendencias de deterioro ecológico y sentar las bases para transitar a un desarrollo sustentable, asumiendo plenamente las responsabilidades y costos de un aprovechamiento duradero de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, que permitan una mejor calidad de vida para todos, propicien la superación de la pobreza y contribuyan a una economía que no degrade sus bases naturales de sustentación.

Señala que junto con las acciones para frenar las tendencias del deterioro ecológico y transitar hacia un desarrollo sustentable, se realizarán programas específicos para sanear el ambiente en las ciudades más contaminadas, restaurar los sitios más afectados por el inadecuado manejo de residuos peligrosos, sanear las principales cuencas hidrológicas y restaurar áreas críticas para la protección de la biodiversidad. En materia de desarrollo regional, los lineamientos que establece el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 incluyen:

- Armonizar el crecimiento y la distribución territorial de la población con las exigencias del desarrollo sustentable, para mejorar la calidad de vida de los mexicanos y fomentar el equilibrio de las regiones del país, con la participación del gobierno y la sociedad civil.
- Promover el desarrollo y la competitividad sectorial.
- Crear infraestructura y servicios públicos de calidad.
- Promover una inserción ventajosa del país en el entorno internacional y en la nueva economía.
- Lograr un desarrollo económico competitivo, socialmente incluyente,



ambientalmente sustentable, territorialmente ordenado y financieramente viable.

- Impulsar el fortalecimiento económico intraregional tomando en cuenta las potencialidades propias de cada región, pero también el comercio extraregional, al integrar cada región con el resto del país y con el mundo.
- Respetar los planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial de cada localidad.
- Garantizar la sustentabilidad ecológica del desarrollo económico

En materia de regulación ambiental, la estrategia se centrará en consolidar e integrar la normatividad, y en garantizar su cumplimiento. En particular, se fortalecerá la aplicación de estudios de evaluación de impacto ambiental y se mejorará la normatividad para el manejo de residuos en general.

Por lo anterior, se puede establecer que el presente trabajo es congruente con las políticas de planeación que en materia de protección ambiental se establecen, al promover las inversiones en infraestructura ambiental, cuidar el ambiente y los recursos naturales más allá de una actitud estrictamente regulatoria, dando cumplimiento efectivo a la legislación vigente.

- Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006.

El programa define las principales metas para el período 2001-2006 a través de las cuales se pretende revertir las tendencias de deterioro ambiental y avanzar en la construcción del México que queremos para el año 2025.

El desarrollo de las obras, contribuye al desarrollo de la economía regional, y será compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de la región, cuidando el medio ambiente y los recursos naturales de su entorno.

La formulación de este programa se fundamenta en las disposiciones jurídicas que regulan el Sistema de Planeación del Desarrollo Nacional, en las directrices del Plan Nacional de Desarrollo 2000-2006 y los principios y lineamientos estratégicos formulados por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (en adelante SEMARNAT). Una de las directrices de este plan es la política ambiental para un crecimiento sustentable; en materia de regulación ambiental la estrategia se concentrará en consolidar e integrar la normatividad y en garantizar su cumplimiento. Asimismo, define los lineamientos para frenar las tendencias de deterioro ecológico, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región, aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para la superación de la pobreza, y cuidar el ambiente y los recursos naturales conforme a la demanda y en cumplimiento de las leyes.

La atención a los problemas ambientales y la inducción de nuevos procesos de desarrollo requieren de la utilización de una amplia gama de instrumentos disponibles en la legislación, los cuales constituyen las herramientas fundamentales de actuación tanto del gobierno como de la sociedad; como parte de estos instrumentos se considera la evaluación del impacto ambiental, la cual permite generar información ambiental y un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costo y beneficio social en cada Proyecto de desarrollo. Esta evaluación es un instrumento de aplicación específica y requiere analizar las particularidades de cada caso,

ejerciendo una regulación en distintos planos y etapas.

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (en adelante LGEEPA).

Tiene como objetivos establecer los lineamientos para la preservación y conservación de los recursos naturales, así como la restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

En particular, el presente estudio se vincula con la LGEEPA, con los lineamientos establecidos en la Sección V referente a la Evaluación de Impacto Ambiental, en donde de acuerdo con artículo 28, se define como el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar, y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el reglamento correspondiente, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades que se indican en diferentes incisos, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT; las fracciones aplicables a la realización del Proyecto Hidroeléctrico Santa Clara son las I, II, VII y X referente a las obras hidráulicas, la industria eléctrica, el cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas y obras en ríos, respectivamente. Particularmente los artículos aplicables son:

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución.

IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas

y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

Artículo 5.- Son facultades de la Federación: ...

V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley; ...

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federa.

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

En el artículo 30 de la LGEEPA se considera que para obtener la autorización a que se refiere el mencionado artículo 28, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener por lo menos una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación, y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

El presente documento da cabal cumplimiento a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que uno de los principales propósitos de la ley, es el de normar la operatividad de las empresas, para que exista un verdadero desarrollo ambiental programado, fundado en un proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, mediante la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales; fortaleciendo siempre las políticas, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el ambiente y a prevenir y controlar su deterioro.

La empresa promovente, debidamente constituida con base en derecho; asume su responsabilidad adoptando medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente; y mediante el presente documento da a conocer un análisis serio, claro y profesional de las acciones proyectadas para desarrollar de manera eficiente la actividad que nos ocupa, detectando los posibles riesgos que ésta representa y aportando medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar, reducir o evitar los posibles efectos adversos que se pudieran causar al ambiente en caso de un posible accidente.

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Establece en el artículo 5ª, inciso K, que quienes pretendan llevar a cabo actividades relacionadas con la industria eléctrica, requieren de la autorización de la SEMARNAT en materia de Impacto Ambiental. Así también, en el artículo 9ª se indica que los promoventes deberán presentar ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que esta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita la autorización.

De acuerdo a las características del proyecto se presentara ante la SEMARNAT una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIAR), cuyos lineamientos están establecidos por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en sus artículos 11 y 13.

Artículo 11. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I.- Parques Industriales y acuícola, granjas acuícolas de mas de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía, nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuenca hidrológicas,

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Artículo 13. La Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de Impacto ambiental.

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

Parciales de desarrollo.

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

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

En el artículo 13 se establece para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y

II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 112. En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecidas en los artículos 7º, 8º y 9º de esta Ley, así como con la legislación local en la materia:

V.- Establecerán y operarán, sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación.

VII.- Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto del federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación.

XI.- Formularán y aplicarán, con base en las normas oficiales mexicanas que expida la Federación para establecer la calidad ambiental en el territorio nacional, programas de gestión de calidad del aire.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría.

- Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido.

En artículo 29 se indica que para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles: Peso bruto hasta 3,000 kg, más de 3,000 y hasta 10,000 kg y más de 10,000 kg los niveles máximos permisibles son de 79, 81 y 84 dB (A),

respectivamente. Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámica de conformidad con la norma correspondiente.

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, Estados, el Distrito Federal y los municipios.

Son objetivos específicos de esta Ley:

- I. Definir los criterios de la política forestal, describiendo sus instrumentos de aplicación y evaluación;
- II. Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales, así como la ordenación y el manejo forestal;
- III. Desarrollar criterios e indicadores para el manejo forestal sustentable;
- IV. Fortalecer la contribución de la actividad forestal a la conservación del medio ambiente y la preservación del equilibrio ecológico;
- V. Fortalecer y ampliar la participación de la producción forestal en el crecimiento económico nacional;
- VI. Promover una efectiva incorporación de la actividad forestal en el desarrollo rural;
- VII. Coadyuvar en la ordenación y rehabilitación de las cuencas hidrológico forestales;
- VIII. Recuperar y desarrollar bosques en terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural;
- IX. Fortalecer y mejorar los servicios técnicos forestales;
- X. Regular el aprovechamiento y uso de los recursos forestales maderables y no maderables;
- XI. Promover y consolidar las áreas forestales permanentes, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad;
- XII. Compatibilizar las actividades de pastoreo y agrícolas en terrenos forestales y preferentemente forestales;
- XIII. Regular las auditorías técnicas preventivas forestales;
- XIV. Estimular las certificaciones forestales y de bienes y servicios ambientales, tomando en consideración los lineamientos internacionales correspondientes;
- XV. Regular la prevención, combate y control de incendios forestales, así como de las plagas y enfermedades forestales;
- XVI. Promover y regular las forestaciones con propósito comercial;
- XVII. Regular el transporte, almacenamiento y transformación de las materias primas forestales, así como la vigilancia de estas actividades;
- XVIII. Promover que los productos forestales procedan de bosques manejados sustentablemente a través de la certificación forestal;
- XIX. Propiciar la productividad en toda la cadena forestal;
- XX. Apoyar la organización y desarrollo de los propietarios forestales y a mejorar sus prácticas silvícola;
- XXI. Regular el fomento de actividades que protejan la biodiversidad de los bosques productivos mediante prácticas silvícola más sustentables;
- XXII. Promover acciones con fines de conservación y restauración de suelos;
- XXIII. Contribuir al desarrollo socioeconómico de los pueblos y comunidades indígenas, así como de ejidatarios, comuneros, cooperativas, pequeños propietarios y

demás poseedores de recursos forestales;  
XXIV. Promover la capacitación para el manejo sustentable de los recursos forestales;  
XXV. Desarrollar y fortalecer la capacidad institucional en un esquema de descentralización, desconcentración y participación social;  
XXVI. Promover la ventanilla única de atención institucional eficiente para los usuarios del sector forestal;  
XXVII. Dotar de mecanismos de coordinación, concertación y cooperación a las instituciones del sector forestal, así como con otras instancias afines;  
XXVIII. Mejorar la efectividad del sistema integral forestal en los ámbitos nacional, regional, estatal y municipal;  
XXIX. Garantizar la participación de la sociedad, incluyendo a los pueblos y comunidades indígenas, en la aplicación, evaluación y seguimiento de la política forestal;  
XXX. Promover instrumentos económicos para fomentar el desarrollo forestal;  
XXXI. Impulsar el desarrollo de la empresa social forestal y comunal en los pueblos y comunidades indígenas, y  
XXXII. Fomentar la cultura, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico forestal.

En particular la Ley, en el artículo 117, establece que la SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. También, este artículo establece que las autorizaciones de cambio de uso del suelo, deberán atender lo que en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

En sus artículos 120 al 127 establece los requerimientos para la realización del cambio de utilización de terrenos de aptitud preferentemente forestal o forestales; así como la integración de la documentación para su solicitud.

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

En caso de que se generen residuos peligrosos, el responsable de ejecutar el proyecto del P.H. Santa Clara deberá cumplir con los artículos 2º, fracción IV, 22 y 40 al 48 de dicha Ley; por lo que se refiere a la generación de residuos urbanos y de manejo especial, se atenderá lo dispuesto en el artículo 95 de esta Ley.

Respecto a la generación, manejo y disposición de residuos peligrosos, actualmente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Capítulo VI denominado Materiales y Residuos Peligrosos establece lo siguiente:

Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento

Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, rehusó, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quienes generen, rehúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 152 Bis.- Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

- Ley de Aguas Nacionales.

La nueva Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento tienen como fundamento la administración de las aguas nacionales por cuenca, la participación social y de los órdenes gobierno en las decisiones relativas a la gestión del agua y sus bienes públicos inherentes. La organización contempla el nivel Central de los Organismos de Cuenca. También considera el otorgamiento de concesiones conforme a la disponibilidad y los usos, transvases y gestión regulados por la autoridad bajo mecanismos que mantengan o restablezcan el equilibrio hidrológico, aprovechamiento eficiente y la promoción del rehusó y recirculación. Reconoce los servicios ambientales y su pago, así como la restauración por contaminación del agua e incentivos económicos y fiscales cuando su uso sea limpio y eficiente.

- Ley General de Vida Silvestre.

El artículo 11 establece que la Federación, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados con la participación, en su caso, de sus Municipios asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial.

- Ley Agraria.



La observación de las leyes ambientales en los sistemas de tenencia de la tierra de ejidos y comunidades. Aunque los ejidos y comunidades son autónomos, están obligados a cumplir con las leyes federales, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, La Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por citar algunas. Como resultado se exige a la Asamblea Ejidal que se adhieran tanto a los sistemas de desarrollo urbano como ecológico y a todas las disposiciones de permisos establecidos por la ley. Los ejidos pueden usar y cosechar sus áreas forestales, pero la Ley Agraria prohíbe la venta de las tierras forestales. En planeación de las áreas de desarrollo urbano la asamblea del ejido debe consultar con las autoridades municipales respectivas y cumplir con todos los estándares establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas. Se prohíbe a los ejidos la construcción de áreas urbanas en zonas de preservación ecológica o en áreas naturales protegidas.

La Secretaría de la Reforma Agraria con el apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales son responsables de velar por las prácticas de uso de las tierras del ejido y de promover su conservación.

- Ley Minera.

Aunque las minas en la zona ya no se explotan actualmente se encuentran en estado de abandono, resulta relevante señalar que la ley indica respecto a la protección y rehabilitación del ambiente: Art. 7- IV.- participar con las dependencias competentes en la elaboración de las normas técnicas específicas relativas a la industria minerometalúrgica, en materia de seguridad en las minas y del equilibrio ecológico y protección al ambiente Art. 27-IV sujetarse a las disposiciones generales y a las normas técnicas específicas aplicables a la industria minerometalúrgica en materia de seguridad en las minas y de protección al equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Art. 29- XI obras y equipos destinados a la seguridad en el trabajo y a la prevención de la contaminación o la recuperación del medio ambiente. Art. 37-II sujetarse a las disposiciones generales y a las normas técnicas específicas aplicables a la industria minerometalúrgica en materia de equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Art. 39-II en las actividades de explotación, exploración y beneficio de minerales o sustancias, los concesionarios mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica, de conformidad con la legislación y la normatividad en la materia.

Ni la Ley Minera ni su Reglamento establecen explícitamente la restauración del medio ambiente a su estado natural una vez que la mina ha sido cerrada. Sin embargo el artículo 98 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente exige que las obras públicas o privadas que causen deterioro severo a la tierra, deberán llevar a cabo medidas que aseguren su regeneración.

- Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

Esta ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

Los cruzamientos de caminos federales sólo podrán efectuarse previo permiso de la Secretaría. Las obras de construcción y conservación de los cruzamientos se harán por cuenta del operador de la vía u obra que cruce a la ya establecida, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en el permiso y en los reglamentos respectivos.

En los terrenos adyacentes a las vías generales de comunicación materia de esta Ley, hasta en una distancia de 100 metros del límite del derecho de vía, no podrán establecerse trabajos de explotación de canteras o cualquier tipo de obras que requieran el empleo de explosivos o de gases nocivos.

Por razones de seguridad, la Secretaría podrá exigir a los propietarios de los predios colindantes de los caminos, que los cerquen o delimiten según se requiera, respecto del derecho de vía.

Se requiere permiso previo de la Secretaría para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, poste, cercas, ductos de transmisión de productos derivados del petróleo o cualquiera otra obra subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación que pudieran entorpecer el buen funcionamiento de los caminos federales. La Secretaría evaluará, previo dictamen técnico, la procedencia de dichos permisos.

El que sin permiso, invada las vías de comunicación a que se refiere esta Ley, con cualquier obra o trabajo estará obligado a demoler la obra ejecutada en la parte de la vía invadida y del derecho de vía delimitado y a realizar las reparaciones que la misma requiera. Finalmente, el que sin previamente haber obtenido concesión o permiso de la Secretaría opere o explote caminos, puentes o terminales, perderá en beneficio de la Nación, las obras ejecutadas a las instalaciones establecidas.

- Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011 del Estado de Hidalgo.

El Plan Estatal de Desarrollo es el instrumento básico para garantizar, a través de la planeación, el ordenamiento racional y sistemático de las acciones de gobierno encaminadas a imprimir solidez, dinamismo, permanencia y equidad al desarrollo integral del estado e impulsar la democratización política, económica, social y cultural de los hidalguenses.

Los grandes temas a abordar en la integración del Plan fueron agrupados, obedeciendo a criterios tipológicos, en cuatro Ejes Estratégicos para el Desarrollo Integral: 1) Desarrollo Político, 2) Desarrollo Económico, 3) Desarrollo Social y 4) Desarrollo Regional. Estos Ejes Estratégicos consideran análisis diferenciados que constituyen la base para conocer los problemas y sus causas como mecanismo para establecer estrategias y líneas de acción específicas, distintivas y congruentes con las particularidades de la realidad en la que se busca incidir y transformar.

Los propósitos para el Desarrollo Económico son: impulsar un desarrollo económico que promueva el desarrollo social; fortalecer la inversión; incrementar la infraestructura productiva; atraer inversiones y fomentar el empleo a través de la actualización y aplicación transparente del marco regulatorio y normativo; abrir espacios de promoción de las actividades productivas de la entidad; promover una

inserción eficiente en el mercado nacional e internacional; fomentar las exportaciones del estado; hacer compatible el crecimiento económico con la preservación y respeto al medio ambiente; y, garantizar la paz social y la seguridad pública necesaria para el desarrollo de la inversión. Dentro de los temas que engloba este eje estratégico se encuentran el medio ambiente y el desarrollo sustentable. En este sentido, el Plan establece que el desarrollo económico del Estado no debe ser incompatible con la preservación del medio ambiente y recursos naturales, sino que debe darse en forma armónica con la naturaleza, aprovechando sus fortalezas, capitalizando adecuadamente sus recursos y pugnando por sanear sus debilidades y recuperar sus potencialidades.

Por lo que se refiere al eje estratégico Desarrollo Social, éste busca materializar los propósitos siguientes: impulsar en forma prioritaria y permanente la justicia social; implementar acciones concretas para abatir los rezagos sociales e incrementar los niveles de bienestar; instrumentar mecanismos para garantizar un crecimiento poblacional planeado; atender las necesidades relacionadas con los servicios básicos; consolidar un sistema educativo de calidad que responda a los requerimientos de desarrollo del estado; ampliar la cobertura y calidad de los servicios de salud; impulsar la práctica del deporte y fomentar la cultura; ofrecer alternativas de vivienda digna; impulsar el desarrollo de actividades productivas que aprovechen los recursos naturales y las habilidades de los habitantes de cada región; ampliar los espacios de participación para las mujeres, jóvenes y personas de la tercera edad; otorgar asistencia social a los grupos vulnerables y, promover acciones para lograr la plena integración de las comunidades indígenas al proceso de desarrollo estatal. Uno de los temas que aborda este Eje Estratégico se refiere a los servicios básicos, por lo que una de las prioridades del gobierno del estado es elevar las condiciones de vida y el bienestar de la población a través de la dotación, entre otros satisfactores, de servicios básicos.

En el ámbito regional, el eje estratégico Desarrollo Regional reconoce como prioritario equilibrar el desarrollo regional con políticas que fomenten el crecimiento de la inversión productiva, generen la infraestructura suficiente y necesaria para el desarrollo y reordenen los asentamientos humanos y la regulación del crecimiento poblacional. El impulso al desarrollo regional será posible mediante la formulación de programas y proyectos estratégicos de reactivación económica, acompañados de un proceso de descentralización y desconcentración que permita una mayor participación de los municipios. El desarrollo regional como elemento inseparable del desarrollo social y sustentable, debe convertirse en el instrumento que armonice la política, de desarrollo socioeconómico; que jerarquice la acción sectorial e institucional; que sea factor de equilibrio entre las regiones con más atrasos y más avances y permita, con la aplicación de políticas equilibradas, consolidar un desarrollo estatal integral, basado en el reconocimiento de que el espacio geográfico impone condiciones a la distribución de la población, a las actividades productivas y la económica en su conjunto.

En Hidalgo se promueve el establecimiento de la inversión nacional y extranjera, con la finalidad de que su presencia en la vida del estado sea el detonante de una mayor generación de empleos directos e indirectos. El desarrollo del estado no sólo depende de la evolución económica sectorial, sino también de las ventajas geográficas que ubican a este Estado en una de las zonas comerciales más importantes del país.

La consolidación para el desarrollo en la entidad exige nuevas propuestas integrales de desarrollo que tomen en cuenta la dinámica económica mundial, los negocios y la interacción con la sociedad y el estado. Específicamente en el sector eléctrico, el plan considera que el contar con una infraestructura adecuada, moderna y suficiente es fundamental.

En el Estado de Hidalgo el Plan Estatal de Desarrollo, contempla como una acción de importancia relevante la de poder contar con una infraestructura eléctrica moderna y adecuada a los requerimientos de la población presente y futura.

Por lo anterior, se considera que la P.H. Santa Clara no se contrapone con los objetivos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Hidalgo ya que es compatible con el, pues el incremento en los servicios de energía eléctrica favorecerá una mejor calidad de vida para los habitantes de la región, al mismo tiempo apoyará la dinámica del crecimiento económico local y regional.

Según el Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011 las estrategias fundamentales en materia ambiental para el estado de Hidalgo son:

- Promover la actualización de leyes y ordenamientos que permitan una eficaz atención de la problemática ambiental en materia de aire, agua y suelo,
- Fortalecer el Fondo Ambiental del estado de Hidalgo,
- Impulsar la actualización del ordenamiento ecológico del territorio estatal, así como los ordenamientos ecológicos correspondientes a las regiones del estado,
- Promover una cultura que fomente el uso eficiente del agua y el reconocimiento de su valor económico y estratégico,
- Generar mecanismos de financiamiento para la investigación y el manejo integral de especies de flora y fauna silvestre y ecosistemas prioritarios en la entidad,
- Implementar programas de educación ambiental como detonante del proceso de cambio en los hábitos de consumo y manejo integral de los residuos sólidos,
- Promover la actualización del Inventario Forestal Estatal,
- Impulsar proyectos sustentables para el aprovechamiento y conservación de especies y de ecosistemas prioritarios,
- Establecer el Sistema de Información sobre la Gestión Integral de Residuos,
- Fortalecer el marco legal de protección al ambiente en el estado de Hidalgo,
- Implementar un programa estatal de desarrollo sustentable y sostenido,
- Impulsar la ejecución de proyectos estratégicos de alto impacto en la detonación del desarrollo regional de la entidad

Estas estrategias se traducen en una serie de objetivos básicos a cumplir con vistas a lograr el desarrollo sustentable a mediano y largo plazo, estos objetivos son:

Proteger, conservar, restaurar y aprovechar los recursos naturales y la biodiversidad del estado, a través de la aplicación de medidas ecológicas adecuadas a la participación consciente y activa de la sociedad.

Crear un programa de ordenamiento ecológico que ubique y regule las actividades productivas, servicios e infraestructura e impulse un desarrollo económico sustentable.

A partir del análisis de las estrategias y objetivos ambientales propuestos como marco de referencia para el trabajo gubernamental y de la ciudadanía en general, así como de la problemática actual del estado, se considera que la imagen-objetivo a desarrollar para el territorio debe considerar los siguientes elementos de carácter natural y socioeconómico:

- Alta diversidad biológica y geográfica que establece diferentes oportunidades y limitantes a las actividades económicas y sociales.
- Fuertes contrastes naturales que reflejan grandes diferencias de disponibilidad en recursos naturales y desarrollo socio-económico, entre el norte y este con el sur y oeste del estado.
- Déficit de humedad en extensas áreas del territorio lo que aunado a los importantes volúmenes de extracción de agua que se destinan para la Ciudad de México, limitan las posibilidades de uso agrícola y pecuario.
- Problemas con la tenencia de la tierra incrementados en los últimos años por los cambios en la política agraria y la excesiva fragmentación de los predios, que agudizan la problemática agropecuaria y forestal de la entidad limitando su desarrollo y haciéndola poco atractiva a la inversión por sus bajos niveles de eficiencia, rendimientos y falta de competitividad.
- Alta migración campo-ciudad y hacia el exterior del tanto del estado como del país.
- Transferencia de mano de obra hacia el Distrito Federal y las áreas industrializadas del Estado de México, principalmente en la porción sur de Hidalgo con, facilitada por la existencia de infraestructura vial adecuada.
- Baja participación social en los procesos de desarrollo debido a las altas tasas de marginación, bajo nivel de servicios de salud y educación, así como diferencias culturales y étnicas no atendidas adecuadamente.

Estos elementos sumados a otros análisis presentados en los párrafos anteriores indican que el estado de Hidalgo está en una relación precaria e inestable debido a una fuerte asimetría y desigualdad regional en la distribución de la población y las actividades económicas entre el norte y el sur, que afecta sus recursos naturales y humanos y establece una tendencia que se ha acentuando en los últimos años. Con base en el análisis y los pronósticos realizados, la imagen-objetivo para el estado debe llevar implícita la disminución de las desigualdades económicas y sociales entre el norte y el sur, que propicie el desarrollo de actividades acordes con las condiciones y potenciales naturales y socioeconómicos en cada una de estas grandes regiones.

Establecer una política estricta de planeación y control del crecimiento de las ciudades, encaminada a disminuir y regular las áreas marginales e insalubres que sirven de asiento a la población que migra hacia ellas.

- Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo.

Capítulo V referente a los Instrumentos de la Política Ecológica y Sección IV relativo a la Evaluación del Impacto Ambiental.

Esta ley tiene por objetivo regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, en las materias de competencia estatal y municipal. Sus disposiciones son de interés público y tienen por objeto establecer las bases para definir los principios de la política ecológica del estado y regular los

instrumentos para su aplicación: el ordenamiento ecológico, la preservación, restauración y el mejoramiento del ambiente, la protección de las áreas naturales y de la flora y fauna acuáticas; el aprovechamiento racional de los elementos naturales en coordinación con las autoridades federales, de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas.

- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Querétaro.

Específicamente la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para el Estado de Querétaro, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Querétaro "La Sombra de Arteaga" el 26 de mayo de 1988, y sus modificaciones del 2000 publicadas en el mismo periódico oficial.

Su vinculación mas relevante con la realización de la P.H. Santa Clara es que le confiere al Ejecutivo Estatal la capacidad de celebrar convenios con la federación, entidades federativas, municipios, organizaciones sociales y particulares para la realización de acciones ambientales conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Estatal y Federal.

También le corresponde presentar apoyo técnico a los Ayuntamientos y a los organismos operadores de agua que lo soliciten para cumplimiento de las atribuciones que le confiera la ley. Quienes realicen obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente esta obligado a prevenir o minimizar los impactos adversos y a reparar el daño ambiental que provoque y así asumir los costos que impliquen tal afectación.

En la planeación del desarrollo estatal y municipal, y de conformidad con la política ambiental, deberán incluirse los estudios y la evaluación del impacto ambiental de las obras que realicen en el estado y que pueden general un deterioro sensible en los ecosistemas.

- Ordenamientos Sectoriales del Estado de Querétaro.

La P.H. Santa Clara se inscribe dentro de los siguientes ordenamientos sectoriales del Estado de Querétaro:

- Comisión Nacional del Agua. La Comisión Nacional del Agua autoriza y supervisa la inversión en infraestructura hidráulica.
- Plan Hidráulico Estatal. Este plan señala los siguientes objetivos:  
Lograr el abastecimiento suficiente y adecuado de agua para atender la demanda de los diversos usos y detener la sobreexplotación de los acuíferos.

- Comisión Estatal de Aguas (en adelante CEA).

La CEA se creo con la expedición del decreto del 6 de marzo de 1980 y reformado el 13 de julio de 1995 (publicado en el Diario Oficial "La Sombra de Arteaga", como un Organismo Descentralizado con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía técnica y orgánica, con los objetivos de planear, programar, construir, mantener, administrar, operar, conservar y controlar las obras destinadas a la prestación de los

servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del Estado.

En el estado de Querétaro, la regulación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento, se realizan conforme lo establece la fracción VI de la Constitución Federal que faculta a los Estados para la atención de estos servicios, los cuales originalmente son facultad de los municipios.

- Plan Estatal Hidráulico del Estado de Querétaro.

Relacionado con la atención de problemas de carácter regional, al manejo integral de cuencas, a la tecnología alternativa para el uso del agua que contengan los programas para dotar del servicio a quienes lo necesitan, recuperar caudales que se pierden por ineficiencia en los sistemas, recuperar el equilibrio y conservar los acuíferos, actualmente sobre explotados; intensificar el tratamiento y rehúso de las aguas residuales para lograr el saneamiento de los cuerpos de agua, y promover la implementación de programas de vinculación con otras dependencias para integrar las soluciones a problemáticas como las del riego agrícola y el desarrollo urbano e industrial.

### **III.2 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN.**

- Ordenamientos ecológicos decretados;
- Planes o programas parciales de desarrollo urbano estatal o de centro de población;
- Programas sectoriales;
- Regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), cuando sea el caso.

De acuerdo con la búsqueda documental realizada para obtener información relativa a los instrumentos de planeación existentes en los municipios por donde se ubicará la presa en cuestión o en su área de influencia, se determina que no existen Planes de Desarrollo decretados.

- Ordenamiento Territorial de los Estados de Hidalgo y Querétaro (sin publicar)

El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial tanto del Estado de Hidalgo como del Estado de Querétaro (sin publicar), son los instrumentos de política ambiental cuyos objetivos consisten en inducir, desde la perspectiva ambiental, el uso del suelo y las actividades productivas dentro de su circunscripción territorial, con el fin de lograr la protección al ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales, a partir del análisis en el deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos que se contienen en el modelo respectivo.

- Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo.

En éste se identifican 33 unidades de gestión ambiental (UGAs). El modelo de Ordenamiento Ecológico incluye la propuesta de cuatro usos para el territorio que de forma resumida se describen a continuación:

Agrícola.- Se propone el desarrollo de esta actividad en áreas donde históricamente

se ha practicado y que tienen potencial para las mismas, debiendo tomarse las medidas adecuadas para evitar la degradación de los suelos y las aguas, así como lograr una organización de la misma que posibilite introducir mejoras técnicas con vistas a lograr incrementos significativos de la producción y la productividad que permitan mejorar las condiciones de vida de las comunidades dedicadas a ella.

Forestal.- Para la mayoría de las áreas de montañas medias y altas se propone este uso de forma extensiva, aunque localmente puede ser intensivo; muchas de estas áreas históricamente han sido usadas para la extracción de madera y otros productos del bosque, se propone organizar adecuadamente esta actividad que puede convertirse en un renglón importante para el desarrollo del Estado. Deben establecerse todas las regulaciones necesarias y realizar estudios detallados que permitan asentar los potenciales forestales de cada área y las medidas para su utilización, además de incluir programas apropiados de reforestación y protección forestal. Este uso debe quedar bien planificado y regulado para evitar la tala clandestina y sobreexplotación de los bosques, lo que podría degradar el recurso, incrementar la erosión de los suelos, disminuir la recarga de agua de los acuíferos y las corrientes superficiales y la pérdida de la diversidad biológica de estos territorios.

Áreas Naturales Protegidas.- Extensas áreas del Estado tienen importantes valores que ameritan el establecimiento de áreas naturales en el caso de que aún no existan y el fortalecimiento de las ya existentes. En particular, es importante proteger y conservar las barrancas donde se localizan gran número de especies vegetales y animales de interés para la conservación, son fuente de escurrimiento superficial del agua y presentan valores estético-escénicos sobresalientes. Se propone proteger todas las montañas volcánicas muy altas con clima semifrío, donde aún se conservan bosques de oyamel de importante valor ecológico y escasa representatividad en el Estado de Hidalgo.

Flora y fauna.- El Estado cuenta con importantes áreas que representan un alto valor natural, pues la existencia de ecosistemas con pocas modificaciones en su forma y función ambiental, posibilita practicar aprovechamientos sin afectar significativamente los procesos ecológicos y otros ciclos como los bioquímicos, erosivos, etc. La asignación de este uso se puede realizar bajo el esquema de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.

La Política Ambiental del área en donde se realizará la presa citada es de aprovechamiento, la cual se aplica en general cuando el uso del suelo es congruente con su vocación natural. Se refiere al uso de los recursos naturales desde la perspectiva de respeto a su integridad funcional, capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas, a lo que debe agregarse que la explotación de los recursos deberá ser útil a la sociedad y no impactar negativamente al ambiente.

El criterio fundamental de esta política es llevar a cabo una reorientación de la forma actual de aprovechamiento de los recursos naturales, más que un cambio en los usos, lo cual permitirá mantener la fertilidad de los suelos, evitar la erosión, aprovechar racionalmente el agua, reducir los niveles de contaminación y degradación de los suelos, las aguas y el aire y conservar e incrementar la cubierta vegetal entre otros aspectos.

La mayor parte del Estado de Hidalgo se propone con esta política, con el fin de



consolidar el uso agropecuario y forestal en áreas extensas, buscando a su vez utilizar de forma racional las potencialidades naturales y humanas, lo que permitirá a mediano y largo plazo el desarrollo socioeconómico para áreas que presentan marginación y pobreza.

El proyecto de acuerdo a su área de afectación comprende dos UGAS, la XIX y la XX, su política ambiental, uso predominante, uso compatible, uso condicionado y criterios ecológicos se mencionan en los siguientes cuadros.

Cuadro 1. UGA XIX

UGA	POLÍTICA AMBIENTAL	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	CRITERIOS ECOLÓGICOS
XIX	Protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Áreas Naturales Protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forestal</li> <li>▪ Flora y fauna</li> <li>▪ Turismo alternativo</li> <li>▪ Ecológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agrícola</li> <li>▪ Industrial</li> <li>▪ Infraestructura</li> <li>▪ Urbano</li> <li>▪ Pecuario</li> <li>▪ Minero</li> </ul>	<p><b>Ag.-</b> 1, 4, 5, 6, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 28, 30, 32, 34, 36, 43, 46, 47. <b>P.-</b> 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 21, 27, 28, 30. <b>Mi.-</b> 1, 2, 5. <b>Fo.-</b> 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18. <b>Ah.-</b> 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 13, 16, 18, 25, 26. <b>In.</b> 14. <b>Ei.-</b> 3, 4, 6, 7, 8, 9, 15, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 28, 31, 32, 33, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 54, 58, 59, 60, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 76, 82, 83. <b>C.-</b> 1, 11, 13, 16. <b>Tu.-</b> 11, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 29, 32, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45. <b>Ac.-</b> 1, 4, 9, 11, 14, 15, 17, 31, 32, 33, 38. <b>Pe.-</b> 1, 7. <b>Ff.-</b> 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34. <b>Mae.-</b> 1, 2, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 33, 34, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59.</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ecológico</li> <li>▪ Flora y fauna</li> </ul>		

- Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Hidalgo.

El Estado de Hidalgo, encierra en su territorio una gran riqueza natural, la zona templada en la Sierra de Pachuca, la selva y la vegetación de zonas áridas constituyen un complejo y diversificado conjunto de ecosistemas presentes. En los últimos 18 años el territorio ha visto afectada su cubierta vegetal en porcentajes significativos. Así por ejemplo, la Selva Caducifolia registra una pérdida estimada del 38,91%, seguido de la Selva Mediana Perennifolia con 35,35 % y el Matorral Xerófilo con el 34,86 %. Los cuerpos de agua también observan una reducción del 11,46 %. Asimismo, las áreas desprovistas de vegetación y las zonas urbanas registran un incremento de 19,66 % y 35,64 % respectivamente. Los tipos de vegetación con mayores presiones antrópicas en orden de importancia son: el Matorral Xerófilo, Selva Mediana Perennifolia y el Bosque de Pino-Encino (INEGI, 1995).

El Estado de Hidalgo ocupa el lugar 14 en biodiversidad del país y solo el 5,8 % (122 134 ha) de su territorio son áreas protegidas, las cuales se encuentran localizadas fundamentalmente en zonas de bosques de coníferas y encinos. El INEGI (1995) cita para el trópico húmedo de Hidalgo 135 especies de mamíferos de los cuales 68 son endémicos al país y dos al Estado. Esta diversidad, genera la necesidad de una acción íntegra en defensa de los recursos naturales buscando armonizar los imperativos ecológicos con las necesidades de un aprovechamiento productivo de los recursos en beneficio del desarrollo integral del Estado.

El Estado de Hidalgo cuenta con cuatro áreas protegidas de carácter federal, tres parques nacionales (El Chico, Los Mármoles y Tula) y una Reserva de Biosfera (Barranca de Metztitlán).- También tiene siete de carácter estatal: Las Lajas o Cerro del Lobo, Reserva Ecológica de Tulancingo, Reserva Ecológica El Astillero, Reserva Ecológica El Hiloche, Parque Ecológico Cubitos, Zona de Preservación El Campanario y Zona de Preservación La Lagunilla.

El proyecto de la P.H. Santa Clara no afecta Área Natural Protegida del Estado de Hidalgo.

- Regiones Prioritarias para la Conservación.

La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna asegura la continuidad de los procesos evolutivos de las especies y demás recursos biológicos, por lo cual es necesario destinar áreas representativas de los sistemas ecológicos de cada Entidad Federativa, con el objeto de fomentar la investigación y conocer el valor científico, ambiental y económico de los recursos existentes.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (en adelante CONABIO) es una comisión intersecretarial creada por acuerdo presidencial el 16 de marzo de 1992 y dedicada principalmente a conformar y mantener actualizado el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB); sus funciones principales son el apoyar proyectos y estudios sobre el conocimiento y uso de la biodiversidad; brindar asesoría a dependencias gubernamentales y a otros sectores; realizar proyectos especiales; difundir el conocimiento sobre la riqueza biológica; dar

seguimiento a convenios internacionales y prestar servicios al público. Sus responsabilidades principales comprenden:

1. Elaborar, compilar y mantener un inventario nacional de la flora y fauna;
2. Sintetizar información relacionada con los recursos biológicos nacionales en una base de datos;
3. Promover el desarrollo de proyectos respecto al potencial y uso de reservas biológicas convencionales y no convencionales;
4. Apoyar a otras dependencias gubernamentales en aspectos técnicos y de investigación relacionados con la conservación y uso de los recursos biológicos;
5. Promover la difusión de información a fin de prevenir el deterioro y destrucción de los recursos biológicos.

Por lo anterior se han consultado las bases de datos disponibles de los distintos herbarios y la megabase de los proyectos apoyados por la CONABIO, en un polígono que contiene las obras y las áreas que ocupará el proyecto.

- Normas Oficiales Mexicanas Ambientales aplicables al P. H. Santa Clara.

#### ATMÓSFERA.

NOM-041-SEMARNAT-1999. Que establece los niveles máximo permisibles de emisión de hidrocarburos de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-044-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.

NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible (Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores diesel utilizada en las industrias de la construcción, minera y de actividades agrícolas).

#### RUIDO.

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.

NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

#### FLORA Y FAUNA.

NOM-059-SEMARNAT-2001 Que establece las especificaciones de protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

#### RESIDUOS PELIGROSOS.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

#### SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL.

NOM-011-STPS-2002. Referente a condiciones de seguridad e higiene en los centro de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-2001. Equipo de protección al personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

### **III.3 CONCLUSIONES**

Como está señalado en el Plan Nacional de Desarrollo, el proyecto se inserta en la política de planeación tanto estatal como nacional, como una alternativa que permitirá elevar las condiciones de vida de la población al mejorar la calidad del suministro de energía eléctrica, tanto para el consumo doméstico como para el industrial, con mayor seguridad y eficiencia.

Se pretende construir una presa hidroeléctrica con las más rigurosas medidas de seguridad para salvaguardar a la población y al ambiente.

Con estas medidas se reitera el interés de mantener un valor máximo de concordancia del P.H. Santa Clara, entendiéndose que la mejor manera de mitigar un impacto ambiental potencial es previniéndolo y evitándolo, por lo que se reafirma el compromiso de incorporar el tema ambiental como una herramienta fundamental en el proceso de planeación y desarrollo económico.

Se puede afirmar, que las características consideradas para la construcción y operación de la multicitada presa son congruentes también con todos los aspectos indicados como estrategias para el crecimiento social y económico.

La ejecución de la presa es acorde con los preceptos establecidos en el Ordenamiento Ecológico de los Estados de Hidalgo y Querétaro (aún sin publicar) y no se contraponen con las reglamentaciones locales de ambas Entidades Federativas.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto cumple también con los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, ya que participará en la activación de la economía del país, la creación de empleos y la ampliación de la infraestructura

energética en la región.

Es importante subrayar que la infraestructura energética permite la creación de oportunidades, el desarrollo sustentable de México, la productividad y la eficiencia. Adicionalmente, el uso eficaz de energía y la diversificación de sus fuentes de abasto son consideradas importantes y valiosas estrategias en la lucha contra la pobreza.

## **IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN**

<b>IV.1 EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>6</b>
<b>IV.2.1 MEDIO FÍSICO.....</b>	<b>6</b>
<b>IV.2.1.1 CLIMA.....</b>	<b>6</b>
<b>IV.2.1.2 AIRE.....</b>	<b>14</b>
<b>IV.2.1.3 GEOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
<b>IV.2.1.4 SUELOS.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.2.1.5 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....</b>	<b>44</b>
<b>IV.2.1.6 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....</b>	<b>53</b>
<b>IV.2.1.7 CALIDAD ESCÉNICA.....</b>	<b>68</b>
<b>IV.2.2 MEDIO BIÓTICO.....</b>	<b>70</b>
<b>IV.2.2.1 VEGETACIÓN TERRESTRE Y/O ACUÁTICA.....</b>	<b>70</b>
<b>IV.2.2.1.1 METODOLOGÍA.....</b>	<b>70</b>
<b>IV.2.2.2 DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN DE LAS ESPECIES.....</b>	<b>70</b>
<b>IV.2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>IV.2.2.3.1 BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO.....</b>	<b>71</b>
<b>IV.2.2.3.2 BOSQUE DE ENCINOS (QUERCUS).....</b>	<b>72</b>
<b>IV.2.2.3.3 MATORRAL XERÓFILO.....</b>	<b>72</b>
<b>IV.2.2.3.4 MATORRAL SUBMONTANO.....</b>	<b>72</b>
<b>IV.2.2.3.5 MATORRAL ROSETÓFILO.....</b>	<b>73</b>
<b>IV.2.2.3.6 VEGETACIÓN DE GALERÍA.....</b>	<b>73</b>
<b>IV.2.2.3.7 FLORÍSTICA.....</b>	<b>73</b>
<b>IV.2.2.4 DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 15. LISTADO FLORÍSTICO.....</b>	<b>74</b>
<b>IV.2.2.5 FAUNA TERRESTRE Y/O ACUÁTICA.....</b>	<b>81</b>
<b>IV.2.2.5.1 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>81</b>
<b>IV.2.2.5.2 RESULTADOS.....</b>	<b>81</b>
<b>IV.2.2.5.3 ANEXOS.....</b>	<b>84</b>
<b>IV.2.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....</b>	<b>99</b>
<b>IV.2.3.1 DINÁMICA POBLACIONAL.....</b>	<b>99</b>
<b>IV.2.3.2 DINÁMICA ECONÓMICA 1990-2000.....</b>	<b>103</b>
<b>IV.2.3.2.1 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN LA REGIÓN.....</b>	<b>103</b>
<b>IV.2.3.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR MUNICIPIO.....</b>	<b>108</b>
<b>IV.2.3.2.3 EMPLEO Y SUBEMPLEO.....</b>	<b>111</b>
<b>IV.2.3.3 ESPECIALIZACIÓN EN EL CONTEXTO MACROREGIONAL.....</b>	<b>115</b>
<b>IV.2.3.3.1 AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y CAZA.....</b>	<b>115</b>
<b>IV.2.3.3.2 MINERÍA.....</b>	<b>116</b>
<b>IV.2.3.3.3 INDUSTRIA MANUFACTURERA.....</b>	<b>116</b>
<b>IV.2.3.3.4 ELECTRICIDAD Y AGUA.....</b>	<b>117</b>
<b>IV.2.3.3.5 CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>117</b>
<b>IV.2.3.3.6 COMERCIO.....</b>	<b>118</b>
<b>IV.2.3.3.7 TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN.....</b>	<b>118</b>
<b>IV.2.3.3.8 SERVICIOS.....</b>	<b>119</b>

<b>IV.2.3.3.9 ACTIVIDADES DE GOBIERNO.....</b>	<b>120</b>
<b>IV.2.3.4 NIVELES DE INGRESO EN LA REGIÓN.....</b>	<b>121</b>
<b>IV.2.3.4.1 VARIACIONES MUNICIPALES EN EL NIVEL DE INGRESO.....</b>	<b>121</b>
<b>IV.2.3.5 DINÁMICA SOCIOCULTURAL, ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>121</b>
<b>IV.2.3.5.1 EDUCACIÓN.....</b>	<b>122</b>
<b>IV.2.3.5.2 ÍNDICE DE MARGINACIÓN.....</b>	<b>126</b>
<b>IV.2.3.5.3 PARTICIPACIÓN SOCIAL.....</b>	<b>126</b>
<b>IV.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL, ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS E IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>127</b>
<b>IV.2.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ESTRUCTURA E INTERRELACIONES ENTRE COMPONENTES.....</b>	<b>127</b>
<b>IV.2.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>130</b>
<b>IV.2.4.3 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS.....</b>	<b>131</b>
<b>IV.2.5 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>135</b>
<b>IV.2.5.4 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS (SIN PROYECTO).....</b>	<b>135</b>



## **IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN**

### **IV.1 EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DEL PROYECTO.**

Por Sistema Ambiental Regional se entiende la interacción entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema, con los componentes socioeconómicos (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto. La importancia de describir el Sistema Ambiental Regional para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero, o sin proyecto, de la zona donde se pretende construir el mismo, para después poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos como benéficos que resulten de la ejecución del proyecto.

En el caso particular de los proyectos de presas, es relevante describir el contexto de la cuenca en la que se plantea el desarrollo de los proyectos para identificar y describir a los agentes de cambio que controlan procesos sobre la región y poder estimar los posibles escenarios futuros para el sistema ambiental resultantes de aquellas tendencias de cambio. En el marco de estos escenarios se valoran posteriormente los impactos del proyecto.

Para el caso en estudio, el sistema ambiental regional (SAR) seleccionado se ubica en la cuenca del Río Moctezuma, en los estados de Hidalgo y de Querétaro y abarca desde las desembocadura de los túneles de desfogue de la presa de Zimapán (zona de las casas de máquinas) hasta la confluencia del Río Moctezuma con el Río Amajac, aguas abajo de la confluencia del Moctezuma con el Río Extóraz y de la zona núcleo del Área Natural Protegida de Sierra Gorda.

Por su importancia en los procesos y ecosistemas, el SAR abarca parte de la cuenca propia del Río Extóraz, hasta la transición entre el bioma de selva baja caducifolia y el bioma de matorral submontano aguas arriba, donde también se observan transiciones entre partes del territorio con mayor relieve relativo (Figura 1) y otras con menor influencia topográfica en la humedad relativa y el flujo del agua.

Aguas abajo de la confluencia de los ríos Extóraz y Moctezuma el SAR abarca la superficie de la cuenca propia de este último hasta la desembocadura del río Amajac. En esta confluencia se modifican de manera significativa los caudales del Moctezuma y la calidad del agua, como resultado de los aportes de la extensa cuenca de captación del Amajac y la ausencia de fuentes puntuales y no puntuales importantes de contaminación.

Esta delimitación territorial, define un área aproximada de 603 km<sup>2</sup>. El bioma de la selva tropical del SAR está conformado por selva baja caducifolia, pastizal inducido, matorral submontano, matorral desértico rosetófilo, chaparral, bosque de táscate, bosque de pino encino, bosque de pino, bosque de encino pino, bosque de encino y cultivos temporales en la zona de estudio.

Las condiciones climáticas, de la pendiente, los suelos, la biota, el uso de suelo y las modificaciones antrópicas sobre el paisaje; presentan parámetros diferenciales en las laderas, fondo y cauce del cañón de los ríos Moctezuma y Extóraz, que alcanzan profundidades mayores a los 800 metros. Aguas arriba del sitio propuesto para la cortina de la presa, la descarga de las aguas turbinadas de la presa de Zimapán al cauce del Río Moctezuma, representa el punto de aporte principal de caudales de baja calidad (principalmente en época de estiaje) que han producido alteraciones a los ciclos biogeoquímicos, rápidas variaciones de caudal aguas abajo, generado modificaciones importantes en el ecosistema acuático; que fragmentan de manera importante el ecosistema acuático del sistema ambiental del cañón del Moctezuma.

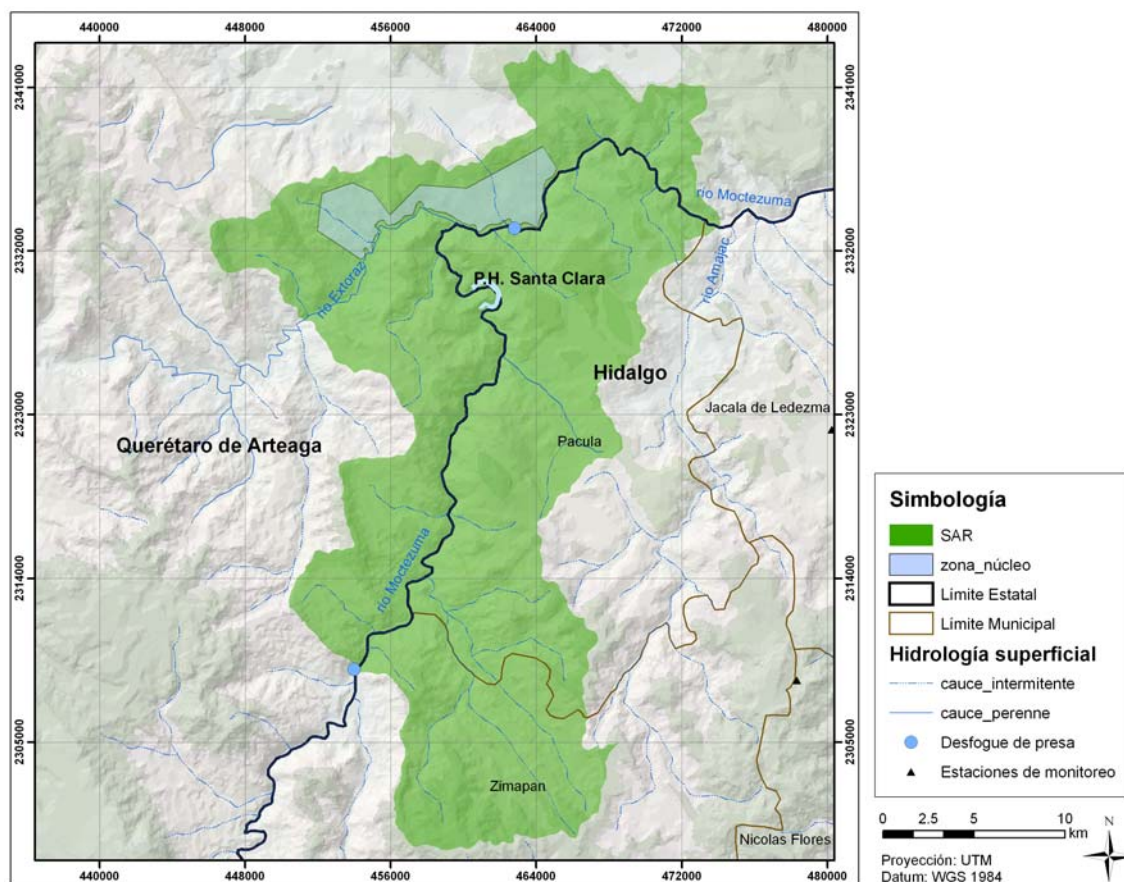
#### **IV.1.1 LOCALIZACIÓN**

El sistema ambiental en el cual se propone construir la presa Santa Clara incluye las cuencas de los ríos Moctezuma y parcialmente la del Extóraz en el límite entre los estados de Querétaro e Hidalgo.

#### **IV.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

El sistema ambiental regional donde se ubica el área del proyecto está conformado principalmente por interfluvios de un paisaje relativamente maduro y valles profundos y encañonados labrados por el río Moctezuma y sus afluentes directos. El SAR también incluye parcialmente la cuenca del Río Extóraz, aguas arriba de la confluencia con el Moctezuma. Las comunidades vegetales de selva baja caducifolia que se describen en los valles de ambos ríos presentan un grado bajo de perturbación relativa por la poca accesibilidad de las laderas de los cañones y valles profundos. Las aguas del Río Moctezuma presentan grados diversos de deterioro de su calidad como resultado de descargas de aguas residuales urbanas (principalmente de la Zona Metropolitana del Valle de México) procesos y actividades desarrolladas en las partes más altas de su cuenca

El sistema ambiental regional incluye coberturas de asociaciones de vegetación, que por gradiente altitudinal se dividen en dos principales, los bosques en las partes altas y las selvas y matorrales en las zona bajas, las zonas planas se encuentra los cultivos agrícolas.



**Fig. 1: Espacio geográfico del SAR. En color azul claro se muestra el área que sería ocupada por el embalse y en color verde el área geográfica del Sistema Ambiental Regional.**

#### IV.1.2.1 Ubicación

El sistema ambiental regional (SAR) en el que se desarrollará el proyecto está conformado por la cuenca media Río Moctezuma, en la Región Hidrológica No. IX, conocida como región Golfo Norte, en el Estado de Hidalgo y de Querétaro, misma que forma parte de la Sierra Madre Oriental. La cuenca del Río Moctezuma tiene un área aproximada de 6,434 km<sup>2</sup>. Queda compartida entre los estados de Hidalgo y de Querétaro abarca los municipios de y Zimapán y Pacula. De éstos, sólo el último será afectado directamente por el embalse ya que parte de su superficie será ocupada por el mismo.

A fin de definir el área que debía ser estudiada para evaluar las posibles repercusiones ambientales de la ejecución del PH Santa Clara, se analizaron a nivel regional las características físicas, biológicas y sociales existentes alrededor de la Cuenca Lerma – Santiago, las cuales son muy variadas. A continuación se explican las razones por las cuales se determinaron las zonas de estudio.

IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	6
IV.2.1	Medio Físico.....	6
IV.2.1.1	Clima.....	6
IV.2.1.2	Aire.....	14
IV.2.1.3	Geología.....	15
IV.2.1.4	Suelos.....	36
IV.2.1.5	Hidrología subterránea.....	44
IV.2.1.6	Hidrología Superficial.....	53
IV.2.1.7	Calidad Escénica.....	68

## **IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

### **IV.2.1 MEDIO FÍSICO**

#### **IV.2.1.1 Clima**

##### **IV.2.1.1.1 Metodología**

La caracterización climática del área de estudio se realizó con base en el desarrollo de las siguientes etapas:

a) Banco de datos climáticos.

Se conformó una base de datos climáticos conforme a la serie 1961-2003 de 18 estaciones climatológicas ubicadas en los alrededores del área de influencia del proyecto. Esta base de datos incluyó las variables temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación y se compiló en el sistema SICA 2.5 (Medina y Ruiz, 2004) y en Excel de Microsoft. Las estaciones que se consideraron se mencionan en el Cuadro 1, donde también se describe su localización geográfica y altitudinal. En tanto, en la Figura 1 se muestra la distribución espacial de tales estaciones.

b) Cálculo de estadísticas climatológicas.

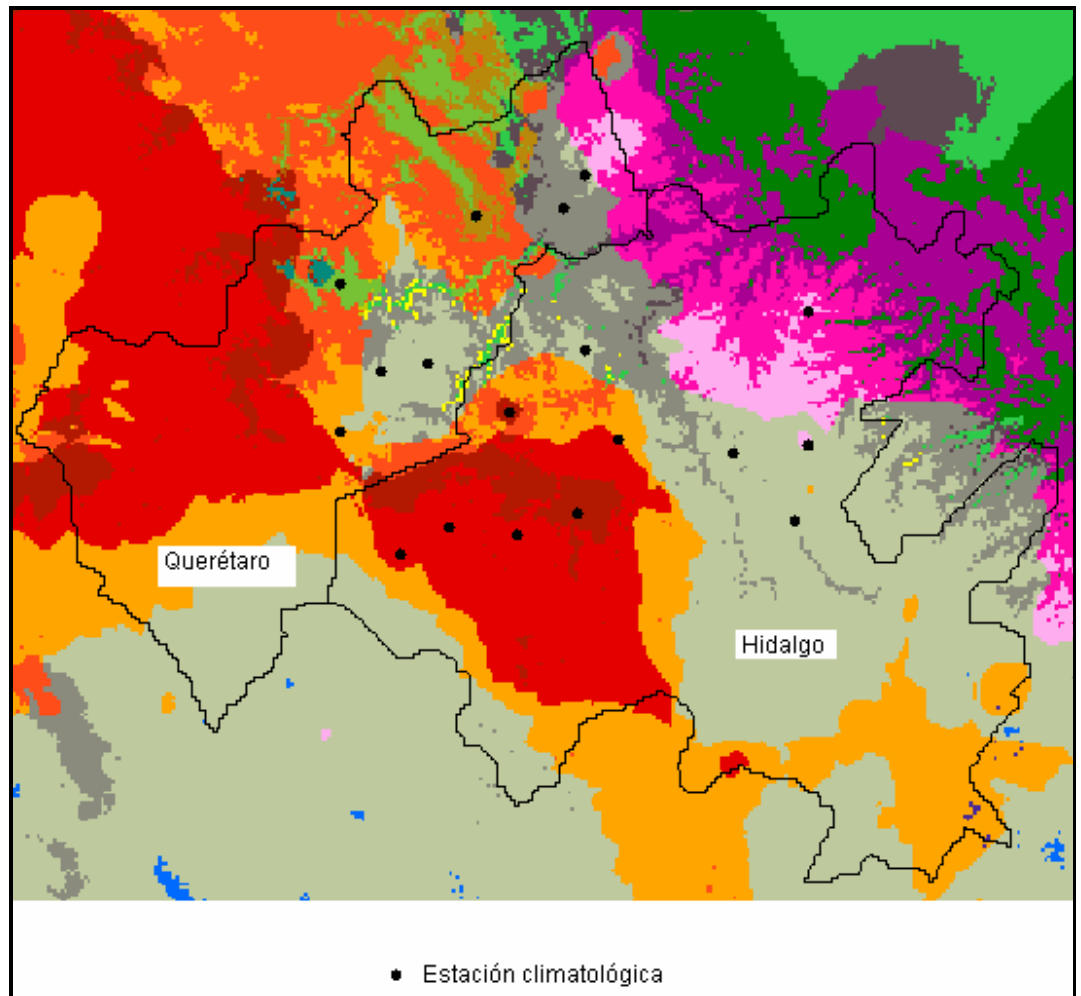
Mediante el Programa SICA se calcularon los siguientes parámetros a nivel mensual: temperatura máxima media, temperatura mínima media, temperatura media, temperatura máxima maximorum, temperatura mínima minimorum, oscilación térmica, precipitación acumulada promedio, lluvia máxima en 24 horas, número de días con lluvia, evaporación acumulada promedio y fotoperíodo. Adicionalmente, con el programa SICA 2.5 (Medina y Ruiz, 2004) se calcularon los parámetros temperatura diurna y temperatura nocturna. La evapotranspiración potencial se estimó utilizando la propuesta hecha por Ruiz (1988, 1994) que se describe más adelante.

La descripción conceptual y/o del cálculo matemático de cada uno de estos parámetros se describe a continuación:

Temperatura máxima media. Constituye el valor normal o promedio histórico de la temperatura máxima:

**Tabla 1. Estaciones climatológicas localizadas en el área de estudio del proyecto**

Núm. Estación	Estación	Estado	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)	Longitud de la serie climática (años)
13012	Huichapan	Hidalgo	20°23'	99°39'	42
13013	Ixmiquilpan	Hidalgo	20°29'	99°13'	42
13042	Zacualtipán	Hidalgo	20°39'	98°39'	42
13044	Zimapan	Hidalgo	20°44'	99°23'	42
13048	Tlanchinol	Hidalgo	20°59'	98°39'	42
13065	Encarnación	Hidalgo	20°53'	99°12'	30
13070	El Santuario	Hidalgo	20°40'	99°07'	29
13076	Jonacapa	Hidalgo	20°27'	99°32'	29
13081	Presa Golondrinas	Hidalgo	20°26'	99°22'	30
13087	San Cristóbal	Hidalgo	20°38'	98°50'	30
13093	Venados	Hidalgo	20°28'	98°41'	29
22003	Cadereyta	Querétaro	20°41'	99°48'	39
22005	El Doctor	Querétaro	20°51'	99°35'	40
22008	Jalpan	Querétaro	21°13'	99°28'	40
22012	Peñamiller	Querétaro	21°03'	99°48'	40
22019	La Lagunita	Querétaro	21°14'	99°15'	29
22024	Tres Lagunas	Querétaro	21°19'	99°12'	28
22035	Vizarrón	Querétaro	20°50'	99°42'	29



**Figura 2. Distribución espacial de 18 estaciones climatológicas.**

Donde:

Donde:

$T_{im}$  = Temperatura mínima media.

$T_i$  = Temperatura mínima media para un mes del año en cuestión.

$n$  = Cada uno de los años de la serie histórica de la estación.

Temperatura media. Constituye el valor normal o promedio histórico de temperatura media.

Donde:

$T_m$  = Temperatura media.

$T_{pi}$  = Temperatura promedio para un mes del año en cuestión.

$n$  = Cada uno de los años de la serie histórica de la estación.

Temperatura máxima maximorum. Es el valor máximo presentado a nivel diario para el mes en cuestión durante la serie histórica de datos.

Temperatura mínima minimorum. Es el valor mínimo presentado a nivel

diario para el mes en cuestión durante la serie histórica de datos.

Oscilación térmica. Es la diferencia entre los valores normales de temperatura máxima y temperatura mínima.

$$OT = T_{xm} - T_{im}$$

Evapotranspiración potencial. Es el valor mensual normal de la evapotranspiración:

$$ETP = E_{ap} * K_p$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial mensual.

Eap = Evaporación acumulada promedio mensual.

Kp = Coeficiente del tanque evaporímetro tipo A de acuerdo a la siguiente tabla:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.70	0.70

Generación de un sistema de información climática digital.

A partir de las estadísticas climatológicas básicas y de las coordenadas geográficas de las estaciones de estudio (Cuadros 2 al 31), se integraron matrices de interpolación espacial para las variables climáticas básicas, esto es temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación. Estos procesos de interpolación espacial incluyeron el método kriging ordinario para el caso de la precipitación, y el modelo alto-térmico referido por Medina y colaboradores (Medina et al., 1998), para el caso de variables térmicas.

Para el modelaje kriging de la precipitación, se utilizó el sistema GS Plus. Los parámetros resultantes de este proceso se implementaron en el sistema IDRISI32 para generar las imágenes raster de precipitación.

El proceso de interpolación de temperaturas se realizó directamente con el sistema IDRISI32 en el módulo de análisis de superficie.

Al final se generaron 12 imágenes mensuales para cada variable climática con una resolución de 15 m.

d) Generación de cartografía de tipos climáticos.

Con apoyo del sistema de información climática digital generado en la etapa anterior, y haciendo uso de los módulos de análisis espacial del sistema IDRISI32, se procedió a generar cartografía climática digital del área de estudio.

Mediante procesos de reclasificación de imágenes se obtuvo la imagen de intervalos de precipitación acumulada promedio anual y temperatura media anual, y con base en estas imágenes y las imágenes mensuales de



precipitación de enero, febrero y marzo, así como la temperatura media de enero, febrero, mayo y junio se procedió a obtener el mapa de tipos climáticos de la región de estudio con base en el Sistema de Clasificación Climática de Köppen Modificado por Enriqueta García (García, 1988).

#### **IV.2.1.1.2 CARACTERIZACION CLIMATICA**

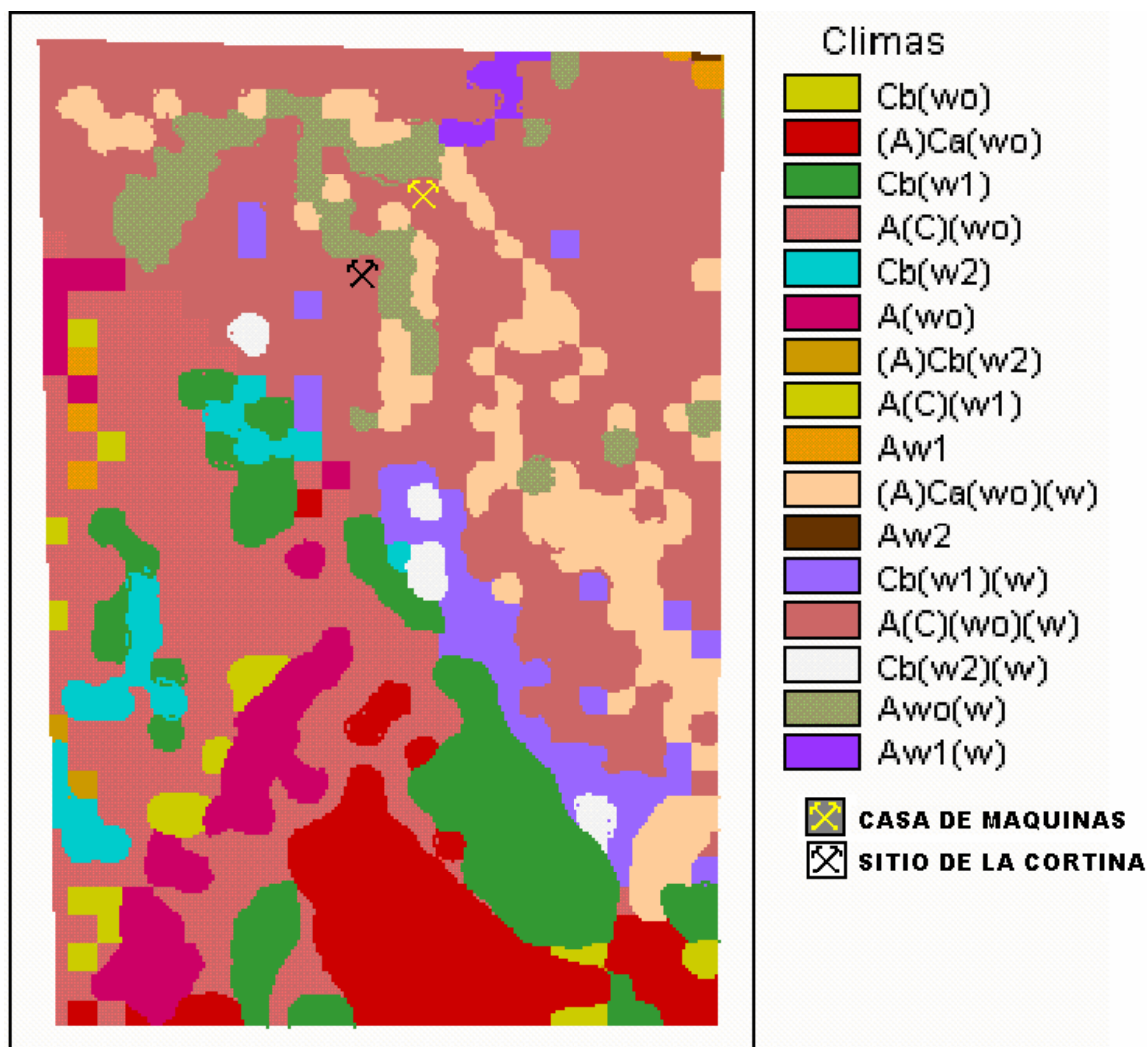
En el anexo se muestra un aspecto del tipo de imágenes temáticas obtenidas para cada una de las variables de estudio mediante el uso de sistemas de información geográfica. El ejemplo se refiere a la temperatura máxima mensual de la región. Con este tipo de imágenes se procedió a realizar el diagnóstico climático regional.

En el Cuadro 2, se describen las estadísticas climáticas normales mensuales y anuales para el área de estudio. Estas estadísticas constituyen valores promedio históricos para el período 1961-2003 y son representativos de la media de toda el área de estudio, esto es que están considerando todas las zonas del área de estudio, tanto partes altas como partes bajas. Esto fué posible aplicando la función de histograma del sistema IDRISI32, a las imágenes climáticas temáticas obtenidas mediante procesos de interpolación.

Cuadro 1. Estadísticas climáticas normales para una condición promedio del área de estudio.

Período 1961-2003												
Temperatura Mínima (°C)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
6.9	8.6	10.5	13.2	14.5	15.0	14.5	15.0	14.0	11.5	9.0	8.5	11.8
Temperatura Máxima (°C)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
22.0	23.5	28.4	29.2	30.5	28.1	26.2	26.0	25.7	24.5	24.0	23.0	25.9
Temperatura Media (°C)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
14.4	16.0	18.9	19.4	22.5	21.6	20.3	20.5	19.8	12.2	11.2	10.5	18.8
Precipitación Pluvial (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
18.0	14.5	17.5	22.1	72.5	149.5	158.5	120.0	185.4	85.2	30.2	13.3	886.7
Evaporación (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
74.4	85.7	110.2	122.3	152.4	144.0	136.3	142.4	128.7	115.2	95.6	82.2	1389.4

Como puede verse en la Figura 3, la región presenta una amplia variabilidad climática, ya que como es visible en el mapa, se identificaron 16 tipos climáticos comprendidos en los grupos básicos A (Cálidos) y C (Templados), y en los grupos transicionales Semicálidos A(C) y (A)C. Esta variabilidad climática para una región relativamente pequeña en extensión, se debe a la influencia de un amplio gradiente altitudinal, propio de una región tan accidentada como el área de estudio.



**Figura 3. Tipos climáticos de la región de estudio.**

El clima de mayor predominancia es el A( C)(w0), seguido por el A( C)(w0)(w), el (A)Ca(w0)(w), el Cb(w1) y el (A)Ca(w0). La descripción de los 16 climas encontrados se proporciona a continuación.

**DESCRIPCION DE LAS FORMULAS CLIMATICAS OBTENIDAS (SISTEMA KÖPPEN-GARCIA):**

Tipo Climático	Descripción
Aw0(w)	Clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente precipitación anual/Temperatura anual (P/T) por debajo de 43.2, porcentaje de lluvia invernal <5%. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual >22°C.
Aw1(w)	Clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.3, porcentaje de lluvia invernal <5%. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual >22°C.
Aw0	Clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T por debajo de 43.2, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual >22°C.
Aw1	Clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.3, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual >22°C.
Aw2	Clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T por arriba de 55.3, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual >22°C.
A(C)w0	Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T por debajo de 43.2, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.
A(C)w0(w)	Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T por debajo de 43.2, porcentaje de lluvia invernal < 5%. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.
A(C)w1	Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.3, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Temperatura del mes más frío >18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.
(A)Ca(w0)(w)	Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T < 43.2, porcentaje de lluvia invernal < 5%, el mes más cálido es superior a 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.
(A)Ca(w0)(w)	Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T < 43.2, porcentaje de lluvia invernal < 5%, el mes más cálido es superior a 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.
(A)Ca(w0)	Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente

P/T entre 43.2 y 55.3, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%, el mes más cálido es superior a 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.

(A)Cb(w2) Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T > 55.3, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%, el mes más cálido tiene una temperatura entre 6.5 y 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.

Cb(w1)(w) Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55, porcentaje de lluvia invernal < 5%, el mes más cálido entre 6.5 y 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

Cb(w1) Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%, el mes más cálido con una temperatura entre 6.5 y 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

Cb(w2)(w) Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T > 55, porcentaje de lluvia invernal < 5%, el mes más cálido entre 6.5 y 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

Cb(w2) Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T > 55, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%, el mes más cálido con una temperatura entre 6.5 y 22°C. Temperatura del mes más frío <18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

## **IV.2.1.2 Aire**

### **IV.2.1.2.1 Calidad Atmosférica de la Región**

#### **IV.2.1.2.1.1 Fuente de Emisión de Contaminantes**

El acceso al área de estudio del medio físico y natural no existe por el momento, puesto que no existe ninguna población o localidad, la más cercana se ubica a 16 kilómetros Pacula, de ahí existe una terracería de 8 km. aproximadamente a una ranchería. Los vehículos que circulan por las terracerías causan la resuspensión de partículas en época de secas, lo que eventualmente representa un problema potencial de concentración por partículas suspendidas totales. Las partículas pueden llegar a tener concentraciones elevadas en el período de cruce de vehículos por terracerías. Por otra parte, también los vehículos que circulan por las terracerías emiten gases de combustión por el consumo de combustible, como son monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre e hidrocarburos.

No existen receptores de los contaminantes (población o localidad), dada esta situación, los principales efectos que se pueden tener es sobre los elementos florísticos que se encuentran en los márgenes de los caminos.

La tabla 2 lista los contaminantes que se emiten o se forman en la zona de estudio, definidos como contaminantes criterio.

**Tabla 2. Contaminantes Criterio.**

Monóxido de carbono (CO)
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )
Hidrocarburos
Partículas Suspendidas (PST)

Otra fuente de emisión de partículas y gases son los incendios forestales que eventualmente se presentan en época de secas, además de la resuspensión de partículas por efecto de la erosión eólica, sin embargo son elementos que no contribuyen de manera significativa debido a la poca densidad poblacional en la zona, los incendios provocados y las áreas desnudas son escasas.

Los problemas principales asociados con la resuspensión de partículas son el incremento en la concentración de las mismas, lo que representa daño potencial a la salud y la reducción de la visibilidad. Otro posible impacto es la afectación de la vegetación por el depósito de partículas. Durante la época de lluvias, la resuspensión de partículas se reduce significativamente por la humedad de la tierra.

Para la descripción de las condiciones actuales se realizó una estimación de las emisiones que se generan en el área de estudio del medio físico y natural del proyecto la cual se extiende a 60,333 ha. Las fuentes

consideradas en esta estimación son la circulación de vehículos por terracerías. Se estima que las emisiones de partículas por estas fuentes es de 104 t/año. Estas emisiones tienen un alcance muy limitado, por lo que solo en la vecindad de los caminos se generan concentraciones apreciables, aunque debido al escaso tránsito de vehículos no representan un riesgo importante para la salud.

### **IV.2.1.3 Geología**

#### **IV.2.1.3.1 Geología Regional**

La posición geográfica de Querétaro e Hidalgo está en el contacto entre tres provincias fisiográficas de las 15 que existen en el país.

Para el estudio de la geología de esta porción del país, diversos especialistas en ciencias de la tierra, desde mediados del siglo pasado, han aportado sus observaciones e investigaciones logrando a la fecha un acervo de 36 formaciones estratigráficas reconocidas oficialmente.

El basamento de dichas formaciones lo constituye un complejo metamórfico de edad precámbrica que soporta una potente columna de rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, las cuales están coronadas por una importante secuencia volcánica de composición andesítica a basáltica.



Figura 4. Mapa geológico regional del Estado de Hidalgo (INEGI, 2006).

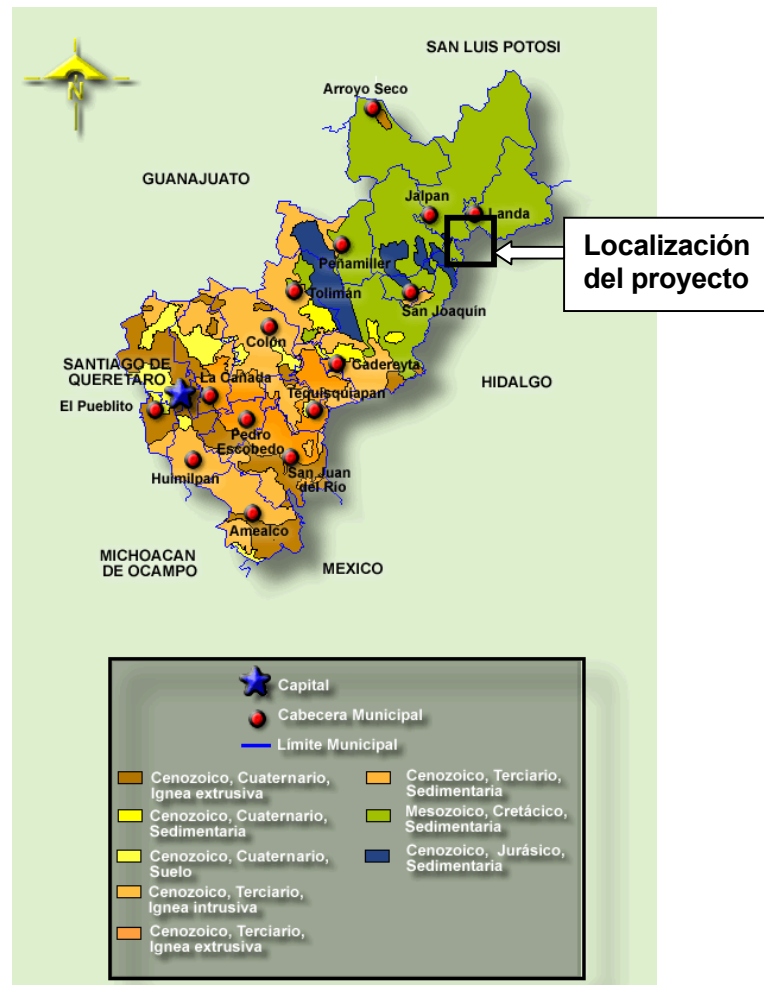


Figura 5. Mapa geológico regional del Estado de Querétaro (INEGI, 2006).

#### IV.2.1.3.1.1 Unidades Estratigráficas Mayores

##### IV.2.1.3.1.1.1 Precámbrico (Pe)

Las rocas más antiguas que se conocen en la Entidad, de edad precámbrica son: gneisses granulíticos de color gris verdoso, que afloran en aproximadamente 5 km<sup>2</sup> en las cercanías del río Chinameca y de Huiznopala (Carrillo Bravo, 1965). Fries y Orta (1965) realizaron el estudio geocronológico por métodos radiométricos, asignándoles una edad de 1210 (+/-140) millones de años. Están formados por cuarzo, ortoclasa, plagioclasa, biotita, apatita, zircón y granate y su origen se considera meta-sedimentario.

Esta unidad denominada Gneiss Huiznopala, infrayace discordantemente a

la Formación Guacamaya del Pérmico.

#### **IV.2.1.3.1.1.2 Paleozoico (Pz)**

Este período geológico se caracterizó por el depósito de rocas sedimentarias marinas, las cuales se agrupan en torno a la Formación Guacamaya, misma que descansa discordantemente sobre las rocas del Precámbrico. Dicha Formación ha sido descrita al Noreste de Zacualtipán, Molango y Otongo y consta de una potente secuencia rítmica de sedimentos del Pérmico inferior formados por lutitas, limolitas y areniscas; en menor proporción conglomerados, así como montículos de caliza biógena, (Carrillo Bravo, 1965).

En la región de Calnali, la Formación Guacamaya presenta más de 200 m de espesor con un rico contenido fósil de fusilínidos, pelecípodos y braquiópodos y en algunos horizontes abundante flora fósil. Esta unidad estratigráfica subyace discordantemente a la Formación Huizachal. Se ha considerado que pertenece a la facies de flysh. Algunos geólogos piensan que el contenido de plantas fósiles es un indicador paleogeográfico de su sedimentación cercana a islas o continentes, dado que es flora de zonas litorales.

#### **IV.2.1.3.1.1.3 Mesozoico**

##### **Triásico (Tr)**

Estas rocas se encuentran representadas en el Estado por los lechos rojos de la Formación Huizachal, la cual fué descrita por Imlay y colaboradores en 1948 y por Carrillo Bravo (1961), consiste en una secuencia de hasta 2000 m de espesor de lutitas, lutitas arenosas, areniscas y conglomerados de color rojo con flora del Triásico superior. Estas rocas afloran en el anticlinorio Huizachal-Peregrina y en la barranca de Chipoco, en Otongo. El contacto inferior de esta formación en la región de Calnali, es discordante y angular con las rocas pérmicas de la Formación Guacamaya, aunque en ocasiones no es observable ya que un paquete de rocas volcánicas cubren este contacto. La parte superior está también cubierta por rocas volcánicas del Terciario (Mioceno). Los estudios de plantas fósiles indican una edad Triásico tardío y probablemente Jurásico temprano.

##### **Jurásico inferior (Ji)**

Imlay (1948) denominó Formación Huayacocotla a una sección de más de 300 m de espesor, situada en Tlahuelompa, Tianguistengo y Norte de Tulancingo, la cual está constituida por una secuencia de lutitas negras bandeadas, apizarradas, fracturadas. Esta unidad también contiene areniscas de grano fino en bancos gruesos. Dichas rocas se encuentran ampliamente distribuidas en la región de Huayacocotla y sobreyacen discordantemente a rocas Pérmicas y del Triásico superior. En la porción Norte del Estado sobreyacen discordantemente a la Formación Huizachal.

Más al norte de Cahuasas aflora en San Juan Ahuehueco, Río Claro,



Tepehuacán de Guerrero (Sutter, 1990). La localidad tipo se ubica al Sur de la población de Huayacocotla, Veracruz. (Carrillo Bravo, 1965). De acuerdo con Schmidt-Effing, Reinhard (1980) forma el relleno de una cuenca de extensión (Rift Basin) de orientación NNO, longitud de 600 km y ancho de 200 km.

### **Jurásico medio (Jm)**

El Jurásico medio en Hidalgo ha sido estudiado por varios autores; Carrillo Bravo (1965) propuso el nombre de Formación Cahuasas para una secuencia de sedimentos de origen continental constituida por areniscas, conglomerados y limolitas de color rojo de aproximadamente 1000 m de espesor. Su localidad tipo está en el rancho de Cahuasas, sobre un costado del Río Amajac, al Sureste de Chapulhuacán. Esta formación sobreyace discordantemente a la formación Huayacocotla e infrayace estratigráficamente a la formación Tamán. Se trata de sedimentos aluviales y fluviales depositados en cuencas intermontanas, asociadas probablemente a estructuras de grabens (fosas tectónicas). La Formación Huehuetepic (nombre informal) fué descrita por González (en de La Fuente et al, 1972) en el pozo de Huehuetepic, como una secuencia de evaporitas con intercalaciones de lutitas, limolitas rojas con cuerpos de mudstone, packstone y ocasionalmente areniscas. Se ha reportado en el pozo Cuachiquititla I en donde tiene un espesor aproximado de 50 m.

### **Jurásico Superior (Js)**

Esta época ha sido ampliamente estudiada en el Estado de Hidalgo y comprende las formaciones:

- Las Trancas
- Tamán
- San Andrés
- Pimienta

La Formación Las Trancas fué definida por Segerstrom (1956) y está constituida por lutitas, limolitas calcáreas ligeramente filíticas de color gris oscuro, con intercalaciones de caliza arcillosa y capas delgadas de grauvacas y pedernal negro. La base de esta formación no se encuentra expuesta y su cima aflora en el puerto de las Trancas, situado en el km 217 de la carretera federal 85 México- Nuevo Laredo, por su contenido faunístico se considera de edad Kimmeridgiano-Titoniano.

La Formación Tamán propuesta por Heim (1940), comprende un paquete de calizas manganíferas de estructura bandeada que sobreyace concordantemente a la Formación San Andrés, que también fué propuesta por Heim (1940) y está representada por calizas, riolíticas, peletoides, bioclásticas e intraclásticas, que en algunas partes se encuentran dolomitizadas. Esta aflora en la barranca de Tetzintla y especialmente en la mina a cielo abierto de Manganese. El espesor de esta Formación varía desde pocos metros hasta más de 400.

La Formación Pimienta fué definida por Heim (1926) y tomó su nombre del poblado de Pimienta situado a orillas del Río Moctezuma. En la localidad tipo tiene un espesor de 300 m sobreyace concordantemente a la Formación San Andrés. Litológicamente está constituida por calizas arcillosas de estratificación delgada con intercalaciones de lutitas carbonosas.

Con base en el contenido faunístico se ha determinado que la edad de esta Formación es Titoniano.

### **Cretácico**

El período Cretácico en Hidalgo está representado por una amplia variedad de rocas calcáreas marinas con intercalaciones de lutitas, limolitas, con presencia de pedernal negro en la mayoría de éstas. Estas rocas ocupan la mayor parte de la porción Norte central del territorio y abarcan aproximadamente 3750 km<sup>2</sup> de la Sierra Madre Oriental.

#### **Cretácico inferior (Ki)**

Esta época está caracterizada por la presencia de importantes espesores de rocas sedimentarias carbonatadas y evaporitas como dolomitas, yeso anhidritas y calizas. El Cretácico Inferior en el Estado ha sido estudiado en el área de Huayacocotla en el Río Chinameca y en el camino Yatipán Tlanguistengo. Comprende cuatro unidades estratigráficas que están distribuidas en la porción Norte-central del Estado. De la más antigua a la más joven se tiene:

Formación Tamaulipas Inferior. Se constituye de calizas micríticas densas de estratificación media a gruesa, ocasionalmente horizontes bentoníticos verdes con presencia de nódulos de pedernal, estilolitas bien desarrolladas. Su edad es Hauteriviano-Barremaniano con una potencia aproximada de 400 m. Esta formación sobreyace discordantemente al Horizonte de Otates, el cual según Muir (1936) consta de calizas, lutitas de estratificación media en alternancia con lutitas laminares, pedernal en forma esporádica. Este horizonte tiene un espesor de 10 a 15 m y es de edad Aptiana.

Formación Tamaulipas Superior (según Muir, 1936) está formada en la base por calizas de grano fino de color blanco y amarillo crema en estratos alternantes delgados a gruesos. En la cima se constituye de calizas de grano fino de espesor variable, estratificadas onduladamente, nódulos de pedernal intercalados con margas laminadas. Su edad se ha determinado como Albiano-Cenomaniano, con base a su contenido faunístico, con un espesor aproximado de 400 m.

Formación El Doctor, estudiada inicialmente por Wilson (1954?) y posteriormente por Segerstrom (1961), su localidad tipo se localiza en la población El Doctor, está caracterizada por un cuerpo arrecifal de crecimiento vertical, cubriendo una extensión aproximada de 1000 km<sup>2</sup>, con un espesor máximo de 1500 m. Está integrado por calizas de estratificación uniforme y potencia variable; las de mayor grosor se encuentran en la base,

debido a los cambios verticales los autores la han subdividido en cuatro facies: San Joaquín, Cerro Ladrón, Socavón y La Negra. El ambiente de deposición fue de plataforma con facies arrecifales. Por la fauna encontrada (rudistas, gasterópodos y pelecípodos) se le asigna una edad Albiano-Cenomaniano (Segerstrom, 1961).

### **Cretácico Superior (Ks)**

Esta secuencia de rocas calcáreas marinas tiene una menor distribución en el Estado; aflora principalmente en los flancos oriental y occidental de la Sierra Madre Oriental, forma alturas de pendientes más suaves que las que conforman las sierras del Cretácico Inferior. Se encuentra constituida por cinco unidades:

Formación Soyatal. Descrita por Wilson (1955) en su localidad tipo del campo minero de antimonio El Soyatal, conformada por lutitas negras carbonosas, calizas pedernalosas de estratificación delgada. Se le asigna una edad del Turoniano, su espesor promedio es de 300 m infrayace en forma discordante a la Formación Mezcala.

Formación Mezcala. Según Fries (1960), consiste de una potente secuencia que en su sección inferior presenta una alternancia de lutitas, limolitas, margas, calizas y areniscas; hacia la cima predominan los terrígenos, incluyendo intercalaciones conglomeráticas. Su espesor es del orden de 1000 m. Subyace a la Formación Agua Nueva.

Formación Agua Nueva. Según Stephenson (1921) se constituye por calizas de estratificación delgada, con un espesor total de 120 m; de edad Turoniano-Santoniano, y es concordante con la Formación San Felipe.

Formación San Felipe. Aflora en la carretera Venados-León-Metzitlán y se encuentra constituida por calizas negras margosas con intercalaciones de arcillas bentónicas, su potencia es de 120 m (Muir, 1936). Se encuentra en contacto transicional con la Formación Méndez.

Formación Méndez. Constituida principalmente por margas, con intercalaciones menores de arenisca hacia la cima, abarca del Campaniano al final del Maestrichtiano; en la región de Metzitlán se han encontrado espesores de entre 200 a 300 m.

#### **IV.2.1.3.1.1.4 Cenozoico**

La era Cenozoica en el Estado de Hidalgo comprende dos grandes dominios: el Paleoceno marino de la cuenca de Chicontepec y el Terciario volcánico continental; así como, las unidades del Cuaternario.

### **Terciario Marino (Tm)**

Esta asociación de rocas se encuentra ampliamente distribuida en la porción Noreste del Estado, abarca una superficie aproximada de 2,800 km<sup>2</sup>; representada por la Formación Chicontepec, que comprende

sedimentos de aguas profundas de la cuenca Tampico-Mizantla. Se observan alternancias rítmicas de areniscas, limolitas y lutitas. Se le ha asignado una edad Paleoceno-Eoceno temprano (Benavides, G.L. 1969).

### **Terciario Continental (Tc)**

Esta unidad litológica está representada por la Formación El Morro compuesta por un conglomerado polimíctico fluvio-lacustre que aflora hacia el poniente y norte de la ciudad de Pachuca, está cementado por una matriz areno-arcillosa de coloración rojiza y sus líticos están constituidos por fragmentos de calizas, areniscas, pedernal y rocas volcánicas. Los líticos son de subangulosos a redondeados con tamaños que varían de 0.02 a 0.50 m. Su contacto inferior es discordante con las formaciones mencionadas anteriormente, y el contacto superior es igualmente discordante con el paquete volcánico del Terciario.

Simmons y Mapes (1956) le asignan un espesor de hasta 400 m. La edad estimada es del Eoceno Superior-Oligoceno, (Edwards y Fries, 1955).

### **Terciario Volcánico (Tv)**

De acuerdo a Cantagrel y Robin (1979) en la Entidad se distinguen tres épocas de vulcanismo. El más antiguo, Pre-Mioceno superior, de composición andesítica; el intermedio del Mioceno superior al Plioceno, rocas basálticas, andesíticas y traquíticas, características de la FVTM (calco-alcalinas) y por último, el de finales del Plioceno y Cuaternario, tobas, brechas e ignimbritas muy ampliamente distribuidas.

Las unidades correspondientes son:

Grupo Pachuca, que comprende una secuencia de ocho paquetes de rocas volcánicas, volcanoclásticas y vulcano-sedimentarias con un espesor mayor a 2000 m. Su edad se ha asignado al Oligoceno-Mioceno y, probablemente Plioceno (Geyne, 1963). Las formaciones que conforman a este grupo son: Santiago, Corteza, Pachuca, Real del Monte, Santa Gertrudis, Vizcaína, Cerezo y Tezuantla.

Formación Las Espinas. Está constituida por un paquete de derrames basálticos y andesíticos, tobas, brechas andesíticas que lateralmente varían a latitas y cuarzo-latitas; rocas vulcano-sedimentarias tales como tobas arenosas, tobas bentoníticas y paleosuelos intercalados. Esta formación está cubierta discordantemente por la formación El Morro y su espesor máximo es de 400 m.

Formación Don Guiño. Estudiada por Segerstrom (1956), se encuentra constituida por tobas, brechas riolíticas y dacíticas e ignimbritas, afloran aproximadamente a 20 km al poniente de Ixmiquilpan, con un espesor de 170 m. De acuerdo a fechamientos radiométricos se le asigna una edad Plioceno.

Formación Zumate. Esta unidad suprayace en contacto angular al Grupo

Pachuca (Fries, 1963). Está constituida por una sucesión de derrames de lavas dacíticas, aglomerados de composición dacítica y lahares, mismas que afloran visiblemente en las sierras de Pachuca y de Actopan, conformando las peñas más vistosas del Parque Nacional del Chico. Su espesor medio es de 500 m; subyace en discordancia erosional a la Formación San Cristóbal (Fries, 1963) y se le ha asignado edad del Plioceno Superior.

Formación Tezoantla. Se compone por series de derrames y productos piroclásticos de composición dacítica, de un color blanco crema a blanco verdoso, producto de la alteración argílica. Su espesor máximo es de 150 m y aflora al oriente del Poblado de Mineral del Monte.

Formación San Cristóbal. El nombre de esta Formación fué propuesto por Geyne (1963) para un paquete de rocas máficas compuestas por derrames de andesitas y basaltos de olivino; su espesor es de aproximadamente 300 m y aflora al Norte de Pachuca y al Oeste de Mineral del Monte (Fries, 1960).

Formación Tlanchinol. Fué definida por Robin (1975) como una secuencia de derrames basálticos que descansan sobre sedimentos marinos. Los derrames de basalto destacan formando mesas y cerros a los que se les asigna una edad aproximada de  $7.10 \cdot 10^6$  (+/- 0.3 millones de años) (Cantagrel y Robin, 1979).

Formación Tarango. Se constituye de rocas vulcano-sedimentarias, depósitos aluviales y rocas calcáreas acumuladas durante el relleno de amplios valles en la parte centro del país. Esta unidad se formó por el transporte de corrientes de aguas superficiales, mismas que acumularon gravas, arenas, limos y arcillas en lagos someros, abarcando extensiones considerables. Su espesor aproximado es de 400 m (Fries Jr., 1962).

Formación Atotonilco El Grande. Las rocas vulcano-sedimentarias que componen a esta Formación, difieren en poco de la Formación Tarango. Se constituyen de conglomerados, arenas y arcillas; algunos estratos son margosos, el espesor medio de este paquete es de 500m (Fries Jr., 1962).

### **Terciario ígneo intrusivo (Tii)**

Este tipo de rocas abarca aproximadamente el 5% del área del territorio hidalguense. Han sido estudiadas por Segerstrom (1961) y correlacionadas con las de Simons y Mapes (1956); su composición varía de granítica a diorítica. En Jacala existe un intrusivo granítico con una exposición superficial de 0.25 km<sup>2</sup>. Este afloramiento es el más septentrional de un grupo de intrusivos de composición granítica y diorítica que afloran en la región de Encarnación, San Nicolás, Cerro del Águila. El análisis químico de algunas muestras de estos intrusivos indica que tienen contenidos normalmente altos en Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O. La edad radiométrica de estas rocas varía de  $62.2 \cdot 10^6$  (+/- 41.5 millones de años). En la región de Zimapán, el cuerpo intrusivo de mayor importancia es una monzonita cuyos afloramientos se ubican al Norte-Noroeste de esta población, en la mina El

Carrizal. Asociadas a este cuerpo se tienen intrusiones menores (apófisis) y numerosos díques (lacolitos).

### **Cuaternario basáltico (Qb)**

La actividad volcánica en el Cuaternario fué particularmente intensa en la zona que comprende al sistema volcánico transversal, mismo que cruza por su parte media a la República Mexicana. En la porción que ocupa el territorio hidalguense, de oriente a occidente se observan un sinnúmero de pequeños volcanes monogenéticos, volcanes de escudo, estratovolcanes y calderas, tales como la de Huichapan y la del Norte de la Laguna de Tecocomulco. En su mayor parte, estas estructuras volcánicas se componen de dacitas, andesitas y basalto de olivino.

### **Cuaternario deposicional (Qal)**

Los depósitos Cuaternarios se conforman de aluviones y suelos residuales, que en su mayor parte están cubriendo a las rocas más antiguas. Los suelos rojos que se están desarrollando sobre la plataforma de Valles-San Luis Potosí, sobre la Formación el Doctor, también corresponden a este período. Los conglomerados fluviales depositados en las inmediaciones de Zimapán, se encuentran constituidos por fragmentos subangulares y redondeados de calizas del Cretácico inferior, con diámetros centimétricos a métricos, normalmente cementados por carbonatos y arcillas. Unidad litológica que presenta espesores máximos de 15 m (Simons y Mapes, 1956).

#### **IV.2.1.3.1.2 Geología Histórica**

Los mares a fines del Paleozoico, cubrieron parte del este de México en una franja de orientación Norte-Sur, en donde se depositaron sedimentos orogénicos de facies flysh, los cuales fueron levantados y plegados durante la orogenia Ouachita (herciniana).

En los pliegues paleozoicos del anticlinorio de Huayacocotla (Sierra Madre Oriental), los esfuerzos de compresión parecen provenir del oriente produciendo pliegues orientados en su eje Norte-Sur, pero con las orogenias posteriores cambian de dirección quedando finalmente, orientados Noroeste-Sureste.

A principios del Triásico, se registró un levantamiento acompañado de un intenso período de erosión que produjo gran cantidad de sedimentos, constituidos por clastos de diversas composiciones que se depositaron rellenando cuencas profundas, formando potentes paquetes de areniscas y conglomerados, representados en el Estado de Hidalgo por la Formación Huizachal.

La segunda orogenia, al final del Triásico (Palizada) dió origen a muchas de las fosas que prevalecieron hasta el Jurásico Inferior (Liásico), donde se desarrollaron mares someros que dieron origen a la Formación Huayacocotla de edad Sinemuriano-Pliensbaquiano superior, Toarciano.

Durante el Jurásico Inferior tuvo lugar una transgresión, depositándose un potente paquete de sedimentos de facies marina en cuencas cerradas o de circulación restringida. Al final de esta época tuvo lugar un pequeño movimiento orogénico que dió lugar a movimientos ascendentes y descendentes que originaron la depositación rítmica de lutitas y areniscas de la Formación Huayacocotla para, posteriormente, ser levantada y plegada. Durante este evento, prosiguió el levantamiento y erosión que tuvo como consecuencia la depositación de lechos rojos representados al oriente del Estado por la Formación Cahuassas, (López Rubio, 1966).

Al principiar el Jurásico Superior, hubo una transgresión marina que cubrió gran parte de la República Mexicana, que se inicia en el Calloviano y predomina durante el Oxfordiano, Kimmeridgiano, depositándose rocas calcareníticas con abundantes oolitas (Formaciones Tamán y Pimienta).

Durante el Cretácico Inferior, persistieron los mares y se desarrollaron algunas cuencas marinas de diferente profundidad, dando origen a depósitos de cuenca y de aguas muy someras a veces de tipo lagunar.

Durante el tiempo de crecimiento de los arrecifes, y debido a su acción dinámica, la cuenca de depósito se hundía paulatinamente, dando lugar al depósito de sedimentos de aguas profundas (Formación Soyatal), mientras que hacia el Este los sedimentos se depositaban en aguas menos profundas, de tal modo que dieron lugar al crecimiento de arrecifes de tipo biostroma, como lo indican ciertas facies de la Formación Tamaulipas superior.

Durante el Turoniano la costa debió adentrarse en el mar y la cuenca de deposicional debió de estar en subsidencia. Durante el Maestrichtiano comienzan las primeras pulsaciones de la Orogenia Laramide, que se manifiesta por el gran aporte de terrígenos hacia las cuencas, como se observa en la porción Noroccidental del Estado, donde los sedimentos arcillo-calcáreos de la Formación Soyatal-Méndez se hacen más arenosos.

A principios del Terciario, toda la secuencia mesozoica es levantada y plegada formándose grandes pliegues recumbentes y fallamiento inverso (cabalgaduras) con rumbo Noroeste.

Probablemente durante el Eoceno y principios del Oligoceno se verificó un fallamiento normal de distensión, con la consecuente creación de fosas y pilares tectónicos (grabens y horsts), quedando la región sometida a una erosión prolongada, lo cual acarrió el depósito de los sedimentos del grupo Chicontepec y del conglomerado El Morro. Aunado a esto se produce el comienzo de una actividad volcánica importante.

En el Oligoceno medio se presenta un arco volcánico intracontinental activo hoy en día, representado por el Sistema Volcánico Transversal. La intensa actividad volcánica dió origen a las Formaciones del Grupo Pachuca, misma que consta de alternancia de brechas, tobas, aglomerados y derrames lávicos de composición andesítica-dacítica.

La actividad volcánica calco-alcalina se intensifica durante el Mioceno, sobre todo al poniente del Estado y por consiguiente, en el depósito de la formación Las Espinas.

Hacia fines del Mioceno y principios del Plioceno, las intrusiones de grandes cuerpos plutónicos (monzoníticos y dioríticos) y diques asociados, afectan a las rocas mesozoicas descritas provocando metamorfismo de contacto y fracturamiento, lo cual dió paso a la formación de yacimientos minerales de metasomatismo de contacto y relleno de fisuras.

A fines del Plioceno y principios del Pleistoceno (Cuaternario) se originó la emisión de lavas máficas, mismas que modificaron sensiblemente el aspecto del paisaje antiguo, originando cuencas endorreicas en donde se formaron lagos de diversa magnitud, los cuales conformaron el medio de depósito que dió lugar a la formación de rocas vulcano-sedimentarias de la Formación Tarango. Hacia fines del Pleistoceno se inicia la oxidación de los yacimientos minerales, así como el depósito de gravas y arenas. Durante el reciente, ocurre la erosión de éstos últimos y se depositan sedimentos aluviales y regolíticos cuaternarios.

#### **IV.2.1.3.1.3 Marco Tectónico Regional**

Las características del basamento precámbrico y paleozoico sobre el que evolucionó la amplia secuencia Mesozoica del oriente de México no son claras, ya que en general, son escasos los afloramientos de estas rocas. Los cinturones que conforman este basamento deben haber sido fuertemente dislocados por los movimientos laterales y verticales de la primera mitad del Mesozoico, cuando ocurrió la apertura del Golfo de México. Estos movimientos tectónicos prepararon la distribución paleogeográfica de cuencas y plataformas que, posteriormente, controlarían la sedimentación y las deformaciones laramídicas, a finales del Mesozoico.

Durante el Triásico, esta porción del país, evolucionó en forma continental con el desarrollo de una tectónica distensiva que dió lugar a la formación de fosas y rellenos importantes de sedimentos continentales. Posteriormente, se instaura un dominio de tipo geosinclinal originado por la transgresión marina del Jurásico Superior sobre el oriente del país, al tiempo de la apertura del Golfo de México. Esta transgresión dió lugar a depósitos calcáreos en el marco de una subsidencia intermitente.

A principios del Cretácico superior, ocurre un marcado cambio en el régimen de sedimentación de esta región como consecuencia del levantamiento y deformación del dominio occidental, donde continuaba actuando la subducción de la placa paleo-pacífica debajo de la porción continental de México.

Los sedimentos detríticos que comienzan a cubrir la secuencia calcárea del oriente, se distribuyen ampliamente y llegan a alcanzar grandes espesores en la ante-fosa de Chicontepec, en el Paleoceno, cuya formación anuncia la actividad orogénica que afectaría a toda la región. De esta manera los



dominios occidental y oriental de México, que habían actuado de manera independiente y con características propias, se ven interrelacionados estrechamente con las deformaciones de finales del Mesozoico, cuyos rasgos principales son la serie de anticlinales y sinclinales que forman las montañas de la Sierra Madre Oriental.

La Sierra de Pachuca se encuentra constituida por una serie de rocas volcánicas extrabasadas durante el Terciario. Este paquete volcánico cubre en discordancia las rocas sedimentarias del Cretácico. Las rocas intrusivas en forma de troncos, diques y apófisis, se encuentran distribuidas a lo largo de la Sierra de Pachuca, cortando gran parte de la secuencia volcánica.

La mayor parte de las estructuras volcánicas, se alojan en la convergencia de fisuras y fallas antiguas y profundas, muchas de las cuales han sido sepultadas por múltiples etapas de vulcanismo posterior, formando una serie de fosas y pilares, características de la etapa distensiva que actualmente se presenta en la corteza terrestre.

#### **IV.2.1.3.1.4 Sismicidad Histórica**

A partir de 1992, con apoyo presupuestal de la Secretaría de Gobernación y la UNAM, se inició la modernización de la Red Sismológica Nacional con la instalación de equipos de nueva tecnología. Así nació la red de Observatorios Sismológicos de Banda Ancha: Hoy el SSN cuenta con 26 observatorios sísmicos en todo el país y tiene planeado aumentar la red a 33 (ver Figura 6.).



**Figura 6. Red Sísmica Nacional de Banda Ancha**

#### **IV.2.1.3.1.4.1 Red de banda Ancha**

La Red Sismológica de Banda Ancha está configurada para monitorear la sismicidad de las regiones de mayor potencial sísmico dentro de la República Mexicana. Las estaciones se localizan, en su mayoría, a lo largo de las costas del Océano Pacífico y de Veracruz, así como a lo largo del Cinturón Volcánico Mexicano.

Los instrumentos con los que cuentan de las estaciones de banda ancha son los siguientes:

- Un sismómetro STS-2
- Un acelerómetro FBA-23
- Un registrador de Quanterra con digitalizador de 24 bits

Las señales del sensor de velocidad y aceleración son muestreadas en forma continua a 20, 2 y 0.1 muestras por segundo (mps), son convertidas a un formato digital y almacenadas en un disco duro del registrador Quanterra. En la actualidad solo 16 observatorios cuentan con la tecnología de punta para transmitir la información sísmica recabada en tiempo real a la Estación Central. Además de 3 estaciones sísmicas que transmiten la señal en forma satelital desde la Isla Socorro. En caso de temblores de moderados a grandes (magnitud > 4.4 Mw), las señales de velocidad y aceleración se muestrean a 80 mps. Los datos almacenados se transmiten a la Estación Central mediante un programa de comunicación y extracción automática a través de satélite, internet o por teléfono.

Todas las estaciones cuentan además con un reloj GPS que permite obtener una referencia de tiempo de alta precisión, el cual es almacenado junto con la información sísmica. Para registrar con una buena relación señal a ruido y minimizar los efectos de sitio, las estaciones han sido construidas con materiales especiales y un pilar el cual se encuentra empotrado sobre el tipo de roca seleccionada, independientemente del tipo de estructura de la caseta.

#### **IV.2.1.3.1.4.2 Sismicidad Histórica en el Noreste de México**

El Noreste de México se ha considerado como una zona asísmica. La principal regionalización sísmica de la República Mexicana dice que el Noreste de México pertenece a la zona A (zona A: en esta región no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores). Sin embargo estudios recientes demuestran que hay evidencia reciente e histórica de actividad sísmica<sup>123</sup>. Por lo que, esta porción del país se puede definir como una región con baja sismicidad y ausencia de registros de terremotos (ver Figura No. 7).

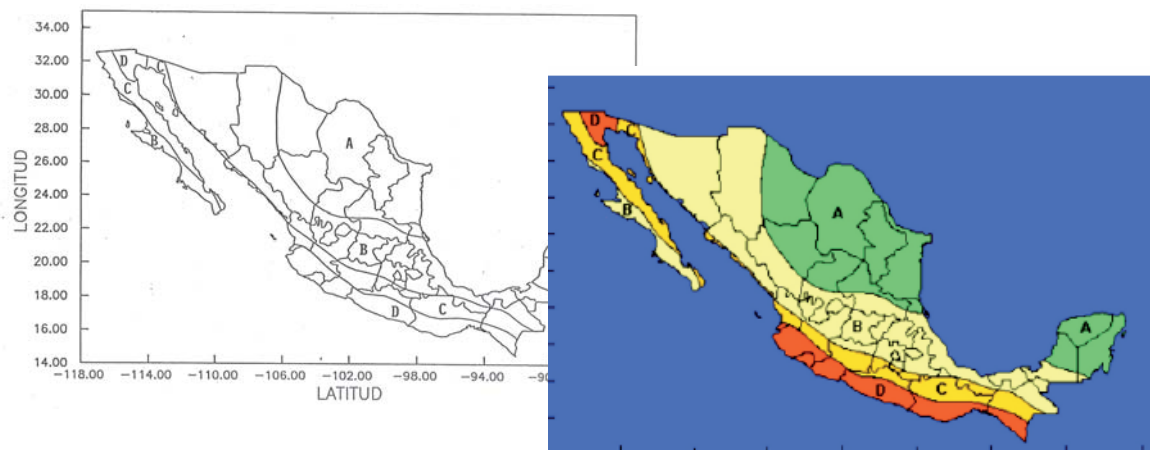


Figura 7. Regionalización sísmica de la República Mexicana

Los grandes terremotos intrapalaca (o al interior de los continentes) en regiones tectónicamente estables son raros comparados con aquellos originados en los límites de placa. Sin embargo, estos sismos ocasionalmente pueden ser extremadamente devastadores debido a que las obras civiles y ciudades localizadas en estas regiones son construidas sin tomar en cuenta criterios de diseño sísmicos. Ejemplos de estos sismos, expresados en magnitud de momento sísmico  $M_w$ , son: Killari (Latur), India (1994,  $M_w = 6.2$ ), Bhuj (Gujarat), India (1994,  $M_w = 7.7$ ) y los eventos de 1811 – 1812 en la zona de Nuevo Madrid (parte central de Estados Unidos de América).

En el Noreste de México se han reportado un total de 146 eventos, dentro del período 1787 – 2004 (ver figura No. X), de los cuales los sismos de Bavispe; Sonora ( $8M_w = 7.4$ ), Parral, Chihuahua ( $M_w = 6.5$ ), Valentine, Texas de 1931 ( $M_w = 6.4$ ) y recientemente, el sismo del 14 de abril de 1995, en la región Suroeste de Texas ( $M_w = 5.7$ ), representan los mayores sismos ocurridos en la región.

La figura No 8 muestra las localizaciones epicentrales de estos eventos y los tres principales rasgos estructurales (lineamientos y fallas corticales con direcciones Norte – Noroeste que han sido identificadas o postuladas para el Noreste de México.

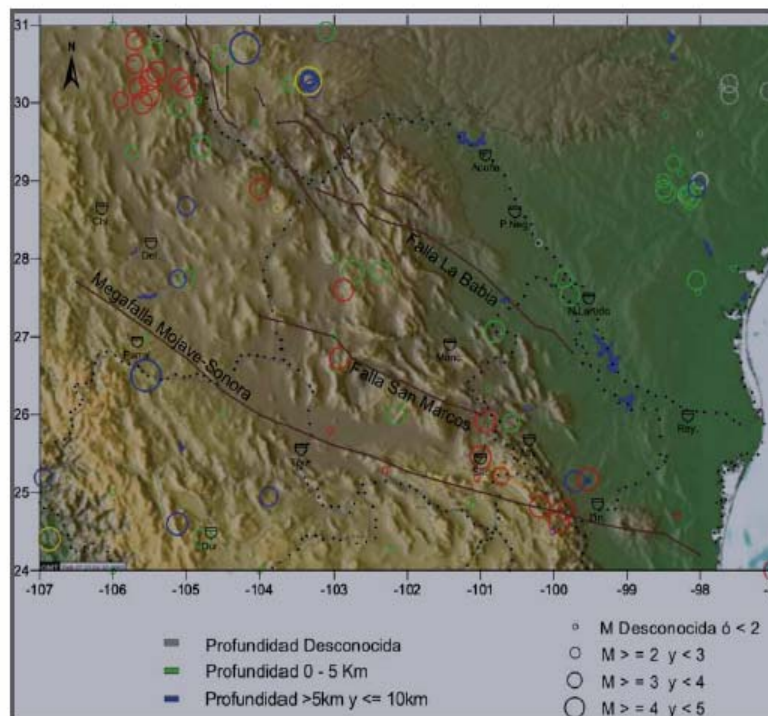


Figura 8. Sismicidad histórica del Noroeste de México y Sur de Texas (1928-2004) y principales lineamientos y fallas que han sido identificados o postulados en esta región. Los círculos representan los mayores sismos que se han generado en la región. M representa a la magnitud local. Se muestran algunas ciudades (Chi: Chihuahua; Del: Delicias; Dur: Durango; Tor: Torreón; Mon: Monclova; Sal: Saltillo; Mty: Monterrey; Lin: Linales; P. Neg: Piedras Negras; Rey: Reynosa).

Falla La Babia (incluye el lineamiento Sabinas – Boquillas y la falla Sabinas) la cual cruza el Norte de Coahuila

En la parte central de Coahuila, está definida la falla de San Marcos o el lineamiento Sierra Mojada – China (existen dos lineamientos relacionados con esta falla, el lineamiento Caltam y la falla de Monclova).

Algunos autores han propuesto que estas fallas han presentado varios periodos de activación a través del tiempo, desde el período Jurásico hasta el Terciario, incluyendo el Cuaternario, donde se ha observado que la orientación de los esfuerzos horizontales máximos en esta región es paralela a la dirección de los esfuerzos presentes en el *rift*, o sea en el hundimiento del terreno debido a la presencia de fallas de desplazamiento normal: el Río Grande y las fallas de edad cuaternaria localizadas al Oeste de Texas y Noreste de Chihuahua. Por lo que, la dirección del campo de esfuerzo horizontal mínimo actual en la corteza terrestre es en dirección Nor-Noroeste - Sur-Sureste (NNW-SSE, las mediciones en el Noreste de México incluyen datos de las fallas La Babia y San Marcos), favoreciendo la reactivación de estas fallas con un componente de extensión.

Se ha mencionado que la sismicidad presente en esta región, obtenida a partir de catálogos sísmicos nacionales e internacionales, puede estar relacionada con los sistemas de fallas antes descrito, el 6 de abril de 2004,

un sismo de magnitud 3.9 (SSN) se sintió en las localidades de Montemorelos, General Terán, Allende y China, localidades ubicadas en la parte central del Estado de Nuevo León. En Montemorelos se reportaron fracturas en casas habitación.

#### **IV.2.1.3.2 Geomorfología Regional**

Las características litológicas y estructurales de las rocas que afloran en las provincias Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Llanura Costera del Golfo del Norte, que cubren el Estado de Hidalgo, indican que hubo diferentes eventos geológicos de tipo orogénico, que asociados al volcanismo y al relleno de cuencas oceánicas dieron el carácter estructural a esta entidad. Aquí es donde se puede apreciar mejor el complejo desarrollo geológico del territorio nacional, ya que en la provincia de la Sierra Madre Oriental afloran las rocas más antiguas de México (Precámbrico) y junto con ésta una serie completa de unidades estratigráficas que abarca el Paleozoico Superior (Pérmico), todo el Mesozoico y el Cenozoico.

El relieve estructural de la provincia que cubre al Estado fue modelado por diversos agentes que dieron las características morfológicas que ahora se manifiestan superficialmente.

La Sierra Madre Oriental tuvo su desarrollo sobre estructuras (cuerpos geológicos deformados) precámbricas y paleozoicas, sobre las que ahora se encuentran rocas mesozoicas que forman pliegues de diferentes tipos y orientaciones. En Hidalgo el carácter estructural de esta cordillera es acentuado por pliegues complejos recostados hacia el Noreste y grandes fallas de empuje (cobijaduras), que han arrancado de raíz fragmentos del basamento precámbrico y paleozoico, e imbricado la secuencia mesozoica suprayacente.

Es posible que haya una relación estrecha entre los períodos de deformación tectónica y la ubicación de cuerpos intrusivos de diversa composición, como los que aparecen en esta provincia, que atraviesan la secuencia de rocas mesozoicas, y han propiciado la mineralización de zonas como Zimapán.

La continuidad de los fenómenos volcánicos durante casi todo el terciario, se manifiesta en el gran espesor y en la extensión que cubren las rocas ígneas del Eje Neovolcánico, donde pueden encontrarse domos riolíticos, volcanes compuestos, conos cineríticos enteros y erosionados y mesetas formadas por flujos piroclásticos y derrames de basalto. Estas estructuras han sido modificadas en ocasiones por fenómenos de volcanismo explosivo, como se manifiesta en "La Caldera" de Huichapán, en la localidad El Astillero.

Los sedimentos marinos terciarios que se encuentran en la porción Noreste de Hidalgo están genéticamente relacionados con la formación de la Llanura Costera del Golfo, la cual tiene su origen en la regresión del

Atlántico, iniciada a principios del Terciario y en el relleno gradual de la cuenca oceánica, donde fueron acumulados sobre la pendiente del talud continental grandes volúmenes de sedimentos de las partes altas del continente.

Los procesos geomorfológicos han modificado el relieve estructural original de las provincias de Hidalgo; a diferentes escalas los deslizamientos de masas rocosas provocados por el fracturamiento y la fuerza de gravedad han derruido los grandes pliegues de fallas de la Sierra Madre Oriental y las estructuras volcánicas de la provincia del Eje Neovolcánico; el agua actúa como alterador de la roca y propicia el desarrollo de suelos residuales (Atotonilco el Grande). Como agente de disolución aprovecha los sistemas de fracturas y forma en los depósitos de calizas un conjunto de estructuras típicas de regiones "kársticas", como son las dolinas, uvalas, poljes, cavernas y simas que caracterizan a la Huasteca Hidalguense, también ha profundizado grandes cañones transversales a la cordillera, por donde las principales corrientes de la entidad drenan sus aguas al Golfo de México; y el rejuvenecimiento continuo de la plataforma costera ha permitido la erosión subsecuente de los depósitos arcillo-arenosos terciarios que se encuentran desde el frente este de la Sierra Madre Oriental hasta la planicie costera, con diferente morfología. La distribución geográfica de los recursos geológicos ha favorecido la minería en el Estado de Hidalgo, el cual cuenta con una rica tradición en dicha actividad, que se remonta a más de 400 años. Se sabe que los indígenas antes de la Conquista ya conocían y explotaban, aunque en forma rudimentaria, algunos yacimientos en la Sierra de Pachuca.

Los distritos mineros de Pachuca-Real del Monte y Zimapán han destacado mundialmente por su producción de plata, y después de varios siglos de producción continua mantienen aún una gran potencialidad en las reservas auro-argentíferas.

La entidad ocupa el primer lugar nacional en la producción de manganeso, que se realiza en las localidades de Molango, Lolotla, Xochicoatlán y Malilla; el quinto en zinc, el sexto en oro, plata y cobre; por último, el séptimo en plomo.

#### **IV.2.1.3.3 *Provincia de la Sierra Madre Oriental (SMOr)***

El frente tectónico de la Sierra Madre Oriental, es un cinturón de pliegues y cabalgaduras que se detecta desde las inmediaciones de Parral, Chih., y se extiende hacia Teziutlán, Pue., pasando por las referencias de Torreón, Saltillo, Monterrey, Cd. Victoria y Tamazunchale; está cubierto al Sur por la Faja Volcánica Transmexicana y puede continuar al SE entre Córdoba y Tuxtepec, donde pierde su deformación característica, modificada por diferentes edades de deformación. Esta cadena se divide en los sectores: San Pedro del Gallo, Transversal de Parras, Saliente de Monterrey, Valles y Huayacocotla y al SE de la Faja Volcánica Transmexicana, en la región de Zongolica. En la cuenca de Sabinas se reconocen diferencias de evolución geológica estructurales que excluyen a esta región de la cadena frontal de

la Sierra Madre Oriental. A todo el conjunto de pliegues hidalgoenses (laramídicos) de la República Mexicana, se les incluye en el contexto de Orógeno Mexicano.

La distribución de bloques paleogeográficos altos y bajos, controló la sedimentación y distribución de evaporitas. Durante la deformación, los niveles de evaporitas funcionaron con diferente mecánica, comparado con otros tipos de rocas. El modelo de cuña crítica explica la diferencia de acortamiento y estilos estructurales entre los sectores que forman esta cadena plegada, así como las salientes a las que se da una posible respuesta mecánica congruente.

La Sierra Madre Oriental presenta heterogeneidad de su complejo basal, mayormente está compuesto de esquistos y en pocos lugares aparece un basamento cristalino. Rocas Triásico Superior-Jurásico Inferior aparecen al occidente y oriente de la cadena Sierra Madre Oriental, al poniente presentan magmatismo, al oriente no se presenta. Lechos rojos preoxfordianos se encuentran en toda su extensión, pero principalmente al poniente, el volcanismo asociado a lechos rojos es más evidente.

La zona externa de edad Oxfordiano-Cretácico, la constituyen secuencias de clásticos, carbonatos y evaporitas de plataformas y cuencas mioclinales y al poniente, se encuentra un cinturón turbidítico con escasas huellas de volcanismo y magmatismo. Al Oriente del frente tectónico Sierra Madre Oriental, en el antepaís, hay depósitos marinos del Paleógeno y Neógeno que tienen discordancias profundas por erosión subaérea y submarina, la mayor discontinuidad está entre rocas del Eoceno Superior y el Oligoceno.

El levantamiento del frente de la Sierra Madre Oriental es impreciso, nuevos datos radiométricos revelan que el sepultamiento máximo y levantamiento en ese frente, pudo ocurrir en el Eoceno Superior, con deformación máxima compresiva y levantamiento en el frente de montaña durante el Eoceno tardío-Oligoceno temprano, pero la migración de la deformación de la zona interna hacia la zona externa, aunque pudo ser lógicamente anterior, está poco documentada aún.

Se recomienda continuar con estudios cinemáticos y balanceo de secciones estructurales, para cuantificar el acortamiento total del frente y su posterior desarrollo estructural, así como documentar con mayor detalle la zona interna de esta cuenca mesozoica.



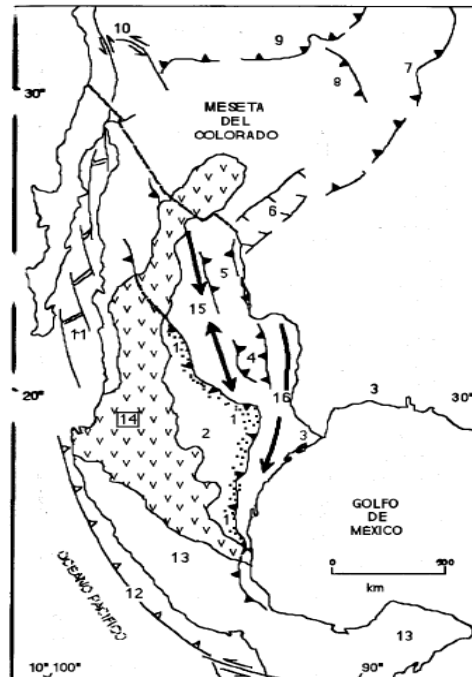


Figura 9. Localización del frente tectónico. Sierra Madre Oriental (1), Cadena baja de la Sierra Madre Oriental (2), Planicie costera del Golfo (3), Franja plegada de Sabinas (4) y Chihuahua (5), Rift del Río Grande (6), Montañas Rocallosas (7), Montañas Uinta (8), Cinturón Orogénica Cordillerano (9), Sierra Nevada (10), Golfo de California (11), Fosa de Acapulco (12), Sierra Madre del Sur, Complejo Oaxaqueño y Yucatán (13), Sierra Madre Occidental y Faja Volcánica Transmexicana (14), Bloque de Aldama y Coahuila (15), Bloques de Tamaulipas (16).

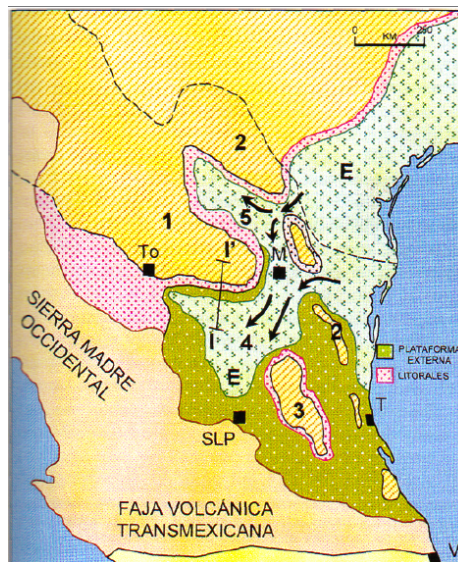


Figura 10. Distribución de evaporitas (E) durante el Oxfordiano y elementos geográficos: Península de Coahuila (1), Península y Archipiélago de Tamaulipas (2), Isla de Miquihuana (3), Cuenca del centro de México (4), Cuenca de Sabinas (5). Ciudades: Tampico (T), Monterrey (M), Torreón (To), Veracruz (V), San Luis Potosí (SLP), Cubierta Volcánica actual de la Sierra Madre Occidental y Faja Volcánica Transmexicana.



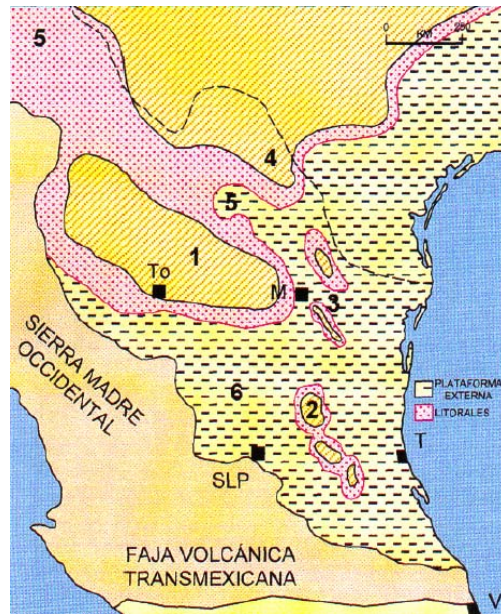


Figura 11. Distribución de facies litorales y plataforma externa durante el Tithoniano. Elementos paleogeográficos: Isla de Coahuila (1), Isla de Miquihuana (2), Islas de Picachos y Terán (3), Península de Tamaulipas (4), Cuenca de Chihuahua y Sabinas (5), Cuenca del Centro de México (6).

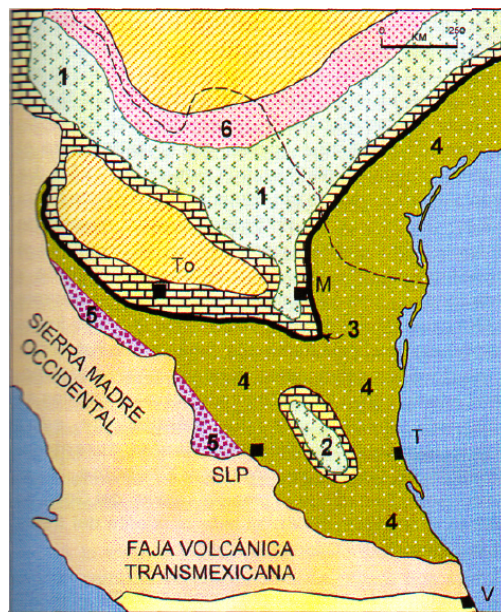


Figura 12. Distribución de evaporitas durante el Barremiano: Formación La Virgen / Cuchillo (1), Formación Guaxcamá (2), Carbonatos: Arrecife Cupido y facies de laguna (3), Calizas pelágicas Tamaulipas Inferior (4), turbiditas (5) y clásticos costeros (6).

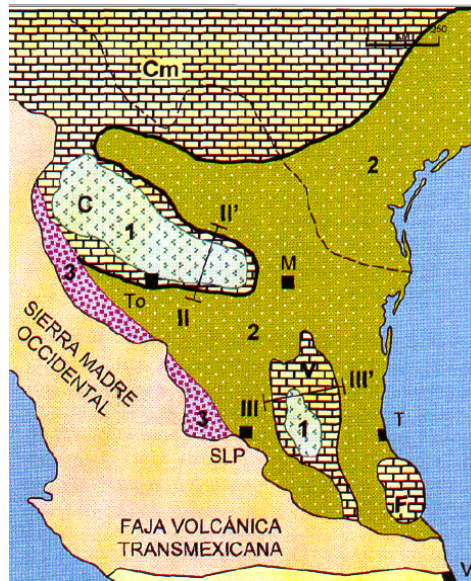


Figura 13. Distribución de evaporitas (1) durante el Albiano, Calizas Pelágicas (2), Turbiditas (3). Plataformas de: Valle – San Luis Potosí (V), Faja de Oro (F), Coahuila (C) y Comanche (Cm).

Esta provincia abarca el mayor porcentaje del territorio de Hidalgo y está constituida principalmente por rocas sedimentarias, continentales y marinas; algunas muy antiguas en función de las características litoestratigráficas y estructurales de la provincia. En la porción correspondiente a la entidad se pueden diferenciar varios tipos de terrenos. Al oriente de esta región afloran, como "ventanas tectónicas" en el flanco occidental de la megaestructura denominada Anticlinorio de Huayacocotla, las rocas más antiguas que se conocen en el país, que se han correlacionado con rocas de terrenos metamórficos (gneises) "grenvillianos" que tienen edades hasta de 1,000 millones de años. A estos terrenos se les considera "el basamento" sobre el cual evolucionó la historia geológica del país; asimismo, en esta porción aflora una secuencia estratigráfica muy completa, ya que existen rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, que en conjunto forman un paquete rocoso con más de 4,000 metros de espesor.

Aquí se encuentran algunas de las formas del relieve más espectaculares de la cordillera, que reflejan su complejidad estructural. La Sierra Madre Oriental presenta una importante escarpa frente a las rocas terciarias de la vecina provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte. Además hay superpuestos extensos derrames de rocas volcánicas (basaltos y tobas) de considerable espesor, los cuales parece que han rebasado su dominio para situarse como una cobertura que protege a las rocas mesozoicas de la erosión. En las porciones central y occidental de esta provincia es notable el predominio de las rocas sedimentarias del Cretácico (calizas y calizas interestratificadas con lutitas). En los flancos de los anticlinales y en el centro de los sinclinales afloran las rocas del Cretácico Superior (calizas - lutitas) de la Formación Soyatal.

La secuencia mesozoica se encuentra atravesada por cuerpos intrusivos terciarios de diversa composición (sienitas, monzonitas y granodioritas), que quizá indican una asociación entre las fases tectónicas (períodos de intensa deformación) y la actividad magmática. Tales rocas intrusivas afloran en las localidades de San Nicolás, Agua Florida, al occidente de Zimapán y al oriente de Nicolás Flores.

El análisis morfológico del relieve en particular y el estudio del relieve en general, se realizó con el apoyo del SIG diseñado y puesto en funcionamiento para el ordenamiento del Estado.

#### **IV.2.1.4 Suelos**

A partir de 1972 la Oficina de Edafología de la entonces CETENAL, realizó una serie de levantamientos edafológicos para la clasificación y cartografía de los principales tipos de suelo en esta región, a la fecha, estos estudios son la base de la actual carta edafológica editada por INEGI, en escalas de 1: 250 000 y 1:50 000. Los resultados de estas investigaciones indican que los principales suelos de esta área de estudio son suelos incipientes, de escaso desarrollo de texturas medias conocidas también como francos.

Para el estudio edafológico, se están considerando las Asociaciones de las Unidades de Suelos identificadas como resultado de los análisis morfológicos y de los análisis de laboratorio que como se ha descrito en el apartado de Descripción de la Unidades de Suelos son: Rendzina, Regosol crómico, luvisol crómico, Feozem lúvico, Cambisol crómico.

Tipo de suelo	Asociación	Área (ha)	%
Litosol	Litosol + Rendzina	20 199.48	33.48
Luvisol crómico	Rendzina+ Luvisol crómico+ Luvisol ortico + Feozem háplico	19 228.13	31.87
Rendzina	Litosol + Luvisol crómico + Regosol crómico	10 805.64	17.91
Regosol éutrico	Litosol	10 099. 74	16.74
<b>Total</b>		<b>60 333.00</b>	

Fuente: Cuadro construido con datos alimentados de INEGI

En cuanto a la superficie que ocupará el proyecto de 33 ha, los suelos se agrupan como se muestra en la siguiente tabla, en la que se observa que el 100% corresponde a Luvisoles crómicos asociados a Luvisoles orticos, Litosoles y Rendzinas.

Tipo	% con respecto al total de las obras	ha
luvisoles cromicos	100%	33

Fuente: INEGI, 1973 y 1974, Cartas Edafológicas escala 1:50,0

#### IV.2.1.4.1 **Litsoles**

Son suelos que están limitados en profundidad por roca continua dura coherente dentro de los 10 cm de profundidad de la superficie. Se presentan principalmente en zonas montañosas pero pueden ocurrir en otras áreas como superficies planas de roca dejadas desnudas, en la región se distribuyen en gran parte de las laderas escarpadas y cantiles que conforma el cañón del río, en donde se asocian con Rendzinas y Regosoles crómicos. Agrológicamente ocupan suelos de VII a VIII clase, suelo que no tienen vocación agrícola y presentan seria limitante para las actividades pecuarias por lo tanto su uso recomendado es la conservación de la vida silvestre o aprovechamientos forestales domésticos.

#### IV.2.1.4.2 **Regosoles**

Son suelos con poco o escaso desarrollo, esqueléticos que provienen de materiales no consolidados descansando sobre roca dura subyacente, sin horizontes de diagnóstico, excepto un horizonte "A" pálido y se localizan prácticamente en todas las formaciones geológicas, superficialmente las geoformas con este tipo de suelos manifiestan los niveles más marcados de erosión y una red de drenaje dendrítica. Dentro de esta unidad sobresale la subunidad de Regosol éútrico, sin embargo logran desarrollarse Regosoles dístricos y calcáricos.

**Regosoles éútricos:** estos son suelos poco desarrollados de fertilidad baja a moderada, tienen un horizonte A ócrico y una saturación de bases de 50% entre los 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficies. Esta presenta dos fases, la lítica y la de textura franca.

**Regosoles dístricos:** son suelos jóvenes y se desarrollan principalmente sobre rocas ígneas y calizas y están poco desarrollados, son someros, pedregosos y de baja fertilidad, se les localiza en las sierras altas y cubren una buena parte de la cuenca. Tienen un horizonte A ócrico y una saturación de bases de menos del 50%. Esta presenta dos fases, la lítica y la de textura franca.

**Regosoles calcáricos:** Tienen un horizonte A crómico y son calcáreos a una profundidad de 20 a 50 cm de la superficie entre los 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficies. Esta presenta dos fases, la lítica y la de textura franca.

Agrológicamente ocupan suelos de V a VI clase, suelo que no tienen

vocación agrícola y presentan seria limitante para las actividades pecuarias por lo tanto son útiles para las actividades forestales, pero se puede practicar la silvicultura con limitantes.

#### **IV.2.1.4.3 Faeozems**

Esta unidad de suelos ocupan muy poco espacio en la zona se asocian con luvisoles crómicos y luvisoles órticos, con los cuales comparten características geológicas y geomorfológicas similares, así como los niveles de erosión (de moderado a fuerte). Dentro de esta unidad predomina la subunidad Feozem háplico; sin embargo, es posible encontrar Feozem calcáreos. Suelos que tienen un horizonte A mólico; carentes de un horizonte cálcico, un horizonte gypsico o concreciones de cal suave pulverulenta dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte b nátrico y un o horizonte B ócrico; carentes de las características que son de diagnóstico para Rendzinas, Vertisoles, Planosoles o Andosoles; sin salinidad elevada; carentes de propiedades hidromorfas dentro de los primeros 50 cm de profundidad cuando hay presente un horizonte B argílico; carentes de revestimientos decolorados en las superficies estructurales de los peds cuando el horizonte A mólico tienen en húmedo un cromá de 15 cm.

**Feozem háplico:** son suelos profundos que presentan en la superficie una capa oscura, rica en materia orgánica y nutrientes. Se les encuentra en las mesetas y laderas moderadamente inclinadas. Su fertilidad depende en gran parte de su asociación con otros suelos y de la topografía. Tienen un horizonte A mólico.

**Feozem calcáreos:** son suelos que tienen un horizonte A mólico y son calcáreos entre los 20 y 25 cm de profundidad desde la superficie.

Al igual que los Luvisoles y Cambisoles los Feozem ocupan las áreas con mayor potencial agropecuario, ya que desarrollan sustratos de IV y V clase, no son útiles para la agricultura pero se puede practicar la silvicultura sin limitantes.

#### **IV.2.1.4.4 Cambisoles**

Tienen un horizonte B cámbico ( a menos que esté cubierto por 50 cm o más de material nuevo), sin otros horizontes de diagnóstico que un horizonte A ócrico o úmbrico, un horizonte cálcico o uno gypsico. El Horizonte B cámbico puede faltar cuando hay presente un horizonte A úmbrico de más de 25 cm de espesor; carente de salinidad elevada; carente de las características de diagnóstico de Vertisol o Andosol ; carentes de un régimen de humedad árido; carentes de propiedades hidromórficas en los primeros 50 cm de profundidad.

Son suelos cuyos cambios en color, estructura y consistencia, han tenido lugar debido al intemperismo, ocupan muy poca superficie en la microcuencas del área y presentan menor índice de erosión que va de leve a moderado, se asocian con Luvisoles crómicos y en general presentan unidades pedológicas bastante uniformes de colores claros café rojizos, con un espesor de 1.5 m. Presentan un horizonte A humoso arcillosos que pasa en forma gradual a un horizonte B medio, de bloques cámbicos, ocurren bajo vegetación decidua y se desarrolla sobre materiales maternos ígneos o calcáreos subunidades son: Cambisoles crómicos y Cambisóles cálcicos.

**Cambisoles crómicos:** son suelos jóvenes, poco desarrollados y presentan en el subsuelo una capa arcillosa que forma terrones. Son de color rojizo o pardo oscuro, con moderada capacidad de retención de nutrientes, fertilidad moderada. Dentro de esta subunidad se presenta una fase lítica.

Cambisoles cálcicos: tienen un horizonte A ócrico, un horizonte B cámbico una o más de las características siguientes. Un horizonte cálcico, un horizonte gypsico o un horizonte de cal pulverulenta suave dentro de los 125 cm de profundidad de la superficie. Calcáreos entre los 20 y 50 cm.

Ocupan las áreas que desarrollan sustratos de IV y V clase, no son útiles para la agricultura pero se puede practicar la silvicultura sin limitantes.

#### **IV.2.1.4.5 Luvisoles**

Son suelos con fuerte acumulación de arcilla, tienen un horizonte B argílico que tiene una saturación de bases de 50% o más (acetato de amonio/ NH<sub>4</sub>OAc) cuando menos en la parte inferior del horizonte B dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte A mólico; carentes de un horizonte E álbico superpuesto a un horizonte lentamente permeable, del patrón de distribución de arcilla y de formación de lenguas que son de diagnóstico para Planosoles, Nitosoles y Podzoluisoles, respectivamente; carentes de un régimen de humedad árido. Presentan dos subunidades: Luvisol crómico y Luvisol órtico.

**Luvisol crómico:** presentan enriquecimiento de arcilla en el subsuelo y es de color rojizo (ladrillo) y amarillento, presenta una fase lítica. Tienen un horizonte B argílico de color pardo intenso a rojo, sin un horizonte álbico.

**luvisol órtico:** tiene enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, es frecuentemente rojo o claro, su capa superficial suele ser blanda, de color oscuro, rica en materia orgánica y pobre en nutrientes. Tienen un horizonte B argílico de color oscuro, sin un horizonte álbico.

Ocupan las áreas que desarrollan sustratos de IV y V clase, no son útiles para la agricultura pero se puede practicar la silvicultura sin limitantes.

#### **IV.2.1.4.6 Rendzinas**

Son suelos con poco o escaso desarrollo, esqueléticos que provienen de materiales calizos. Presentan un horizonte A mólico que contiene o que está de inmediato sobre material calcáreo con equivalente de carbonato de calcio de más del 40%; carente de propiedades hidromorfas dentro de los primeros 50 cm de profundidad de la superficie; carente de las características que son de diagnóstico para Vertisoles; sin salinidad elevada. Estos suelos se forman debido a la presencia de grandes cantidades de caliza en el material materno.

Las áreas donde se han desarrollado se caracterizan por fenómenos relacionados a paisajes de planos a muy inclinados, a menudo se observan en pendientes recién erosionadas, mientras que en sitios más planos se asocian con Luvisoles crómicos.

Son suelos cuyas características están determinadas por completo por sus materiales maternos, que siempre están compuestos de material que contiene elevada proporción de calcio.

Agrológicamente ocupan suelos de V a VII clase, suelo que no tienen vocación agrícola y presentan seria limitante para las actividades pecuarias por lo tanto son útiles para la agricultura pero se puede practicar la silvicultura con limitantes.

#### **IV.2.1.4.7 Uso potencial del suelo**

Debido a la limitante impuesta por la topografía, profundidad edáfica y erosión hídrica, la capacidad agrológica de los suelos en esta porción del río es muy pobre. Los terrenos que ocupará el embalse, obras asociadas, caminos etc. y área de influencia no son apropiados para la agricultura, ya que manifiestan una topografía irregular con inclinaciones que varían del 35 al 100% de pendiente; en su mayoría, son suelos someros poco profundos con alta pedregosidad que impide las labores agrícolas o limitan el crecimiento de pastizales. Son áreas demasiado escabrosas como para dedicarlas a cultivos, silvicultura o aprovechamiento forestal. Se consultó la cartografía de uso potencial del suelo de INEGI escala 1:50 000, esta cartografía utiliza el sistema denominado Clasificación de Tierras para Uso Potencial (1974-1978). El sistema considera ocho clases de uso, en forma jerárquica para clasificar un terreno o suelo según su capacidad agronómica. Los suelos de la clase I a IV, son aptos para cultivos agrícolas, los suelos de las clases V, VI y VII son adecuados para la practicultura (cultivo de pastizales) y la silvicultura, en cambio los suelos de la clase VIII se consideran inútiles para toda explotación agropecuaria o forestal dada la extrema severidad de sus limitaciones.

CLASE	USO POTENCIAL
I	Agrícola sin limitaciones
II	Agrícola sin grandes limitaciones
III	Agrícola limitada, existen limitantes que ponen en riesgo los cultivos.
IV	No son útiles para la agricultura pero se puede practicar la silvicultura sin limitantes.
V	Útiles para la silvicultura con limitantes.
VI	Silvicultura con severas limitantes.
VII	Sin utilidad agronómica, se recomienda destinarlos para la conservación de la vida silvestre.
VIII	se recomienda destinarlos para la conservación de la vida silvestre

Durante la interpretación cartográfica y en los recorridos de campo no se localizaron terrenos agrícolas de primera y segunda clase, los tipos de uso potencial agrícola recomendado en estos suelos son los siguientes:

#### IV.2.1.4.8 Características Físicas

##### Textura

La textura se refiere a las partículas de diferentes tamaños, contenidas en los 30 cm superficiales del suelo y que en las cartas edafológicas, editadas por INEGI, aparecen marcadas con los números 1, 2 ó 3.

El número 1 representa suelos de textura gruesa que en la superficie son arenosos, lo que puede ser causa de poca retención de agua o nutrientes en los mismos. El número 2 se refiere a suelos con textura media semejante a los limos de los ríos y es la textura con menos problemas de drenaje, erosión y fertilidad. El número 3 representa a suelos arcillosos (de textura fina) que tienen mal drenaje, poca porosidad, son duros al secarse, se inundan y presentan problemas a la labranza.

Las texturas predominantes en el área de estudio son:

Textura	ha	%
Fina	46 571.04	77.19
Media	13 761.96	22.81

Fuente: Carta Edafológica escala 1:250,000. INEGI, 1985.



### Fases físicas

Las fases físicas del terreno señalan la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados, los cuales impiden o limitan el uso agrícola del suelo o el empleo de maquinaria agrícola entre otros aspectos. Se pueden dividir en dos tipos: superficiales y de profundidad.

#### Fases físicas superficiales

Las fases físicas superficiales incluyen dos fases: La fase pedregosa se refiere a la presencia de fragmentos de roca mayores de 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella. La fase gravosa presenta gravas (piedras menores de 7.5 cm de largo) en la superficie del terreno o cerca de ella.

#### De profundidad

Los suelos tienen capas duras que se encuentran a cierta profundidad y limitan la capacidad del suelo para prácticas agrológicas, entre otras. Se dividen a su vez en someras, que son aquellas que se encuentran a menos de 50 cm de profundidad y profundas, que están entre 0.50 y 1m de profundidad. Las fases físicas de profundidad, a su vez se dividen en:

#### Fase lítica (somera) y lítica profunda

Capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces.

#### Fase petrocálcica (somera) y petrocálcica profunda

Se refiere a la presencia de caliche duro, es una capa cementada y endurecida con carbonatos.

#### Fase petrogypsica (somera) y petrogypsica profunda

Es una capa endurecida y rica en yeso.

#### Fase dúrica (somera) y dúrica profunda

Capa de tepetate (suelo cementado, que no se rompe fácilmente) duro cementado y endurecido con sílice.

#### Fase frágica

Es una capa del subsuelo muy compacta, pero que se disgrega con cierta facilidad.

#### Fase concrecionaria

#### **IV.2.1.4.9 Metodología de la FAO 1954, Determinación de la erosión actual del suelo**

Esta metodología establece criterios para determinar los niveles de erosión actual de los terrenos, considerando un perfil representativo de condiciones de sitio estables, donde la erosión del suelo se considera como normal (según el tipo y profundidad del suelo, con pérdidas menores de 2.0 cm de espesor), La metodología comprende cinco etapas, que se enuncian a continuación:

##### **Fase de Reconocimiento.**

Se emplean imágenes de satélite, con las que se inicia un reconocimiento del área, considerando el comparativo con imágenes de épocas anteriores y se seleccionan sitios representativos de las áreas, para el muestreo de campo. Se genera carta de dinámica de la vegetación.

##### **Fase de Identificación**

Se parte de la delimitación de microcuencas y regiones fisiográficas, estableciendo los sitios de muestreo; se toma en cuenta la frecuencia y superficie ocupada por las unidades cartográficas de dinámica vegetal.

##### **Análisis Sistemático**

Se concreta el análisis de la información de campo y se clasifican las áreas de muestreo, tomando como base las clases de erosión de FAO, 1954. El marco de muestreo lo darán las microcuencas y las regiones fisiográficas, a partir de una dinámica vegetal por área de muestreo.

##### **Clasificación de las unidades cartográficas**

Con el análisis sistemático de las áreas muestreadas, se realiza extrapolación de la clasificación de erosión actual, al resto de las unidades con dinámica vegetal homogénea, conforma al marco de muestreo establecido.

##### **Determinación de áreas y niveles de erosión actual del suelo**

Se emplea el SIG, con la finalidad de estandarizar procedimientos de cálculo de superficies y valores de clase de erosión; depuración de la información, eliminando áreas no cartografiadas a la escala de edición.

Sistema de Clasificación de la Erosión (FAO,1954).

**Tabla 3. Sistema de Clasificación de la Erosión (FAO,1954).**

CLASE	NOMBRE DE LA CLASE	DEFINICIÓN DE LA CLASE
A	Erosión no manifiesta	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se admite un 10% de la superficie del área con grado de erosión B o C.
A/B	Erosión leve	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se tiene de un 10% a un 25% de la superficie del área con erosión B o C.
B	Erosión moderada	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25% a un 75% pero se admite de un 10% de la superficie del área con erosión A o C.
B/C	Erosión severa	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25 al 75% pero se tiene de un 10 a un 25% de la superficie del área con erosión A o C.
C	Erosión muy severa	La capa superficial del suelo se ha perdido en un 75% y se admite un 25% de la superficie del área con erosión A o B.

Se puede emplear también la metodología de FAO Provisional Methodology of soil degradation assessment, 1979; la que es empleada con fines comparativos en la determinación de las pérdidas de suelos de una región determinada. Este método junto con el anteriormente descrito, estiman el grado de pérdida de suelos por erosión.

#### **IV.2.1.5 Hidrología subterránea**

##### **IV.2.1.5.1 Condiciones hidrogeológicas regionales de Hidalgo**

En el Estado de Hidalgo las corrientes son escasas. Esto se debe a dos factores primordialmente: el clima y la topografía. En las porciones Norte y Noreste, aunque los vientos húmedos del Golfo propician abundantes lluvias, lo abrupto de la Sierra Madre Oriental impide el aprovechamiento de

los escurrimientos, ya que descienden rápidamente a las zonas bajas, las cuales forman parte de los Estados de San Luis Potosí, Veracruz y Puebla. En cuanto a la explotación del agua subterránea ésta es baja, pues son pocas las áreas planas.

Esta sierra y la de Pachuca actúan como barrera orográfica, debido a que los vientos descargan su humedad en las laderas Norte y Este de las mismas; por ello, en el resto de la entidad las lluvias son escasas, sin embargo, el relieve es más suave y permite la utilización de los pocos ríos importantes (Tula, Tizahuapán y Tulancingo) que corren por ella. Además, es en esta parte donde hay un mayor aprovechamiento del agua subterránea, que en algunas áreas, ha originado la sobreexplotación y la veda de las mismas.

El agua subterránea de esta área se explota en pequeña escala por medio de norias excavadas en aluviones.

### **Permeabilidad**

La recarga de los acuíferos se debe a la infiltración directa del agua pluvial sobre las unidades geológicas permeables, pero sobre todo a la que se infiltra a lo largo de las corrientes de los ríos y arroyos existentes.

Por lo general la zona de captación más importante se localiza en la estibación de la Sierra, donde los materiales son más permeables y facilitan la penetración del agua.

### **Acuíferos**

De acuerdo a la denominación y delimitación de acuíferos generada por la CNA a nivel de macro, el área de estudio del P.H. Sta. Clara está localizada en el acuífero denominado con el número 1301 del Estado de Hidalgo.



Figura 14. Acuíferos del Estado de Hidalgo (CNA, 2006).

Clave	Unidad Hidrogeológica (acuífero)	Recarga media anual (Mm <sup>3</sup> )	Descarga natural comprometida (Mm <sup>3</sup> /año)	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Vol. de extracción consignado en estudios técnicos (Mm <sup>3</sup> /año)	Disponibilidad media de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Déficit (Mm <sup>3</sup> /año)
1310	Valle del Mezquital	672.7	500.0	157.38	203.4	15.31	0
1312	Ixmiquilpan	78.0	57.0	0.33	18.2	20.67	0
1313	Actopan-Santiago de Anaya	271.5	247.2	29.79	26.5	0	-5.5
1317	Valle de Tulancingo	39.1	0	55.69	30.6	0	-16.6
1319	Tecocomulco	27.8	0.52	0.012	13.1	27.26	0
1320	Apan	99.3	0	7.85	22.3	91.4	0

Tabla 4: Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos del Estado de Hidalgo analizados por la CNA.

#### **IV.2.1.5.2 Condiciones Hidrogeológicas regionales de Querétaro**

En Querétaro, las porciones Sur y Occidente de la entidad presentan las mejores posibilidades para la explotación pues son llanas o ligeramente onduladas.

La mayor parte de las necesidades de agua del Valle de Querétaro tanto para uso doméstico como industrial, son satisfechas con agua subterránea.

Las principales áreas de explotación de agua subterránea se localizan en la porción Sur de la entidad. En el valle de San Juan del Río esta agua, en forma combinada con las superficiales, sustenta el desarrollo agrícola más productivo de Querétaro. Las recargas de los acuíferos de este valle son de buena capacidad; sin embargo, el exceso de concentración de las captaciones provoca un progresivo descenso de los niveles en algunas áreas.

##### **Permeabilidad**

Con la finalidad de determinar el funcionamiento de las unidades litológicas como acuíferos, se realizó la siguiente clasificación: material consolidado de permeabilidad alta, media y baja; y material no consolidado de permeabilidad alta, media y baja.

Unidad de material consolidado de permeabilidad alta. Su localización se restringe a la parte central del Estado y al Sur de la ciudad de Querétaro y el sentido del flujo es de Sur a Norte.

Unidad de material consolidado de permeabilidad media. Aflora en la parte Norte del Estado y en pequeñas áreas de los alrededores de la capital de la entidad.

Unidad de material consolidado de permeabilidad baja. Son formaciones calcáreas que afloran en la porción Norte del Estado.

Unidad de material no consolidado de permeabilidad alta. Se localiza al Sureste de Cadereyta.

Unidad de material no consolidado de permeabilidad media. Se encuentra distribuida por todo el Estado, pero principalmente en los alrededores de la ciudad de Querétaro, al Norte de Cadereyta y de la entidad.

Unidad de material no consolidado de permeabilidad baja. Se encuentra en pequeños afloramientos distribuidos por todo el Estado.

##### **Geotermia**

Existen varios manantiales de aguas termales, entre los que destacan, por su temperatura los de San Bartolomé de los Baños, Conzá, Purísima,

Tancama, Galindo, Amascala, El Tejocote, Rancho Agua Caliente, Cerrito de San Agustín, Colón, Acequia Blanca, San Roque (El Ahorcado) y Tequisquiapan.

### Usos del agua subterránea

La extracción de agua subterránea representa la principal fuente de abastecimiento del Estado de Querétaro.



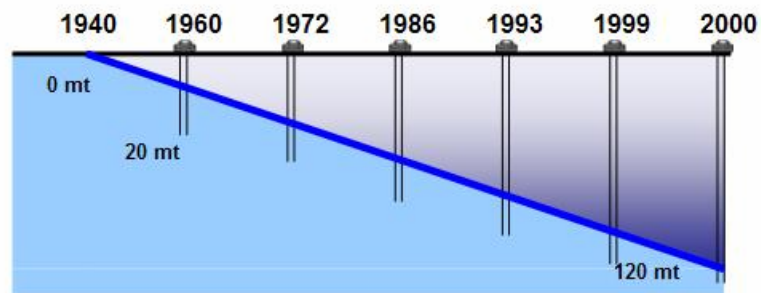
Figura 15. Acuíferos del Estado de Querétaro (CEA, 2006).

En el territorio estatal se ubican 9 zonas acuíferas, las cuales han sido explotadas a lo largo de los últimos 40 años.

La mayor explotación de agua subterránea, es para uso agrícola, sin embargo en la zona del acuífero Valle de Querétaro, esta situación se invierte, debido a que el mayor uso es para público urbano en el abastecimiento de la ciudad de Querétaro y su zona conurbada.

A partir de la década de los cuarenta, se observa el abatimiento que experimenta el acuífero del valle de Querétaro, derivado de la sobreexplotación y las profundidades en las que actualmente se encuentra el nivel del agua subterránea.

Abatimiento del Acuífero del Valle de Querétaro



- Extracción de 103 Mm<sup>3</sup>
- Recarga de 70Mm<sup>3</sup>
- El déficit es de 33 Mm<sup>3</sup>
- Abatimiento promedio anual de 3m
- Abatimiento puntual de hasta 6m/año

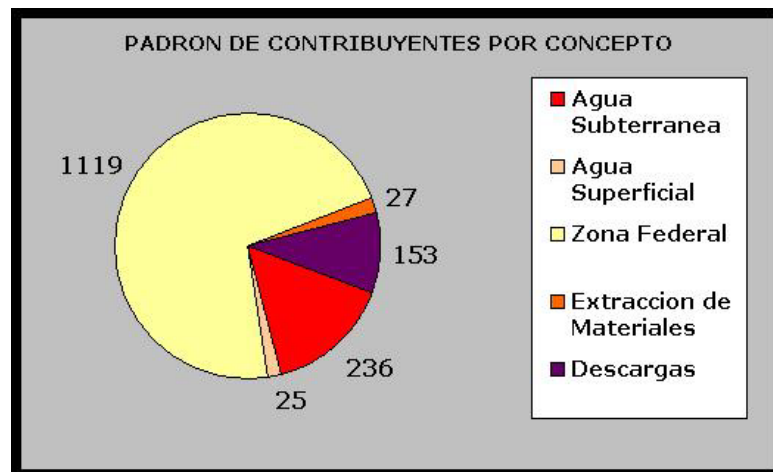


Figura 16. Padrón de contribuyentes por concepto (CNA, 2006).

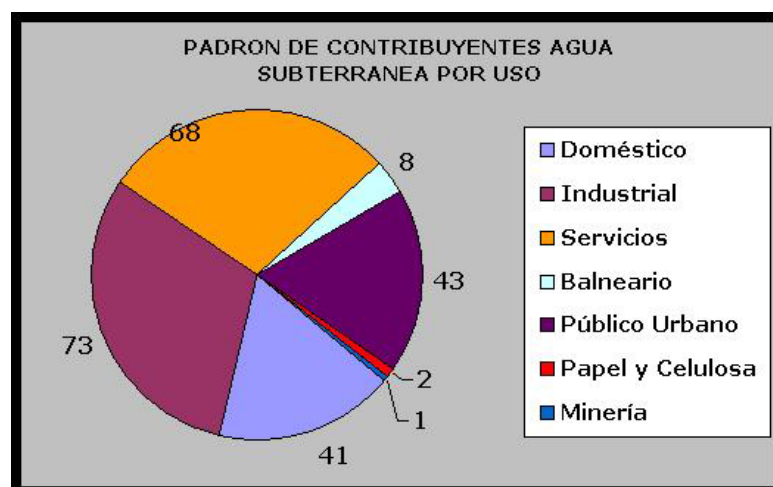
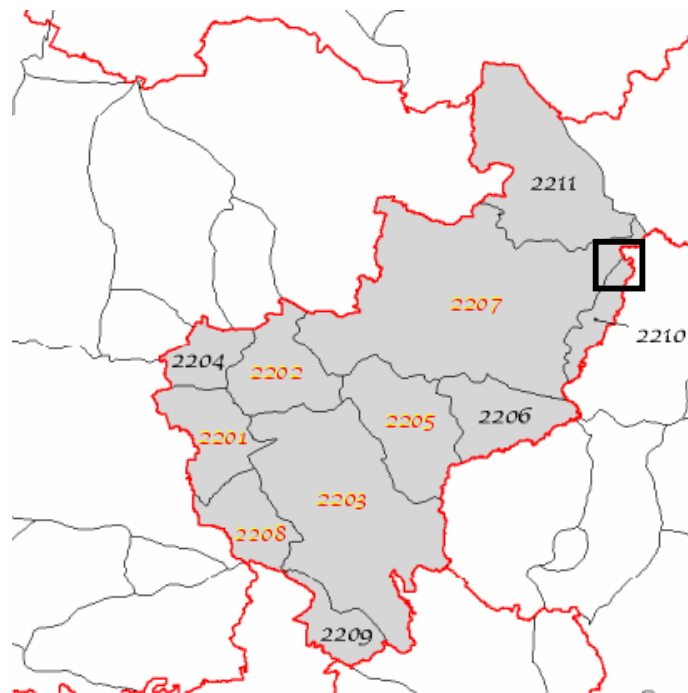


Figura 17. Padrón de contribuyentes subterránea (CNA, 2006).



### **Acuíferos**

De acuerdo a la denominación y delimitación de acuíferos generada por la CNA a nivel de macro, el área de estudio del P.H. Sta. Clara comprende también los acuíferos denominados con los números 2207 y 2210 del Estado de Querétaro.



**Figura 18. Acuíferos del Estado de Hidalgo (CNA, 2006).**

Clave	Unidad Hidrogeológica (acuifero)	Recarga media anual (Mm <sup>3</sup> )	Descarga natural comprometida (Mm <sup>3</sup> /año)	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Vol. de extracción consignado en estudios técnicos (Mm <sup>3</sup> /año)	Disponibilidad media de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Déficit (Mm <sup>3</sup> /año)
2201	Valle de Querétaro	70.0	4.0	142.3	107.0	0	-76.3
2202	Valle de Amazcala	34.0	2.8	75.87	55.0	0	-44.68
2203	Valle de San Juan del Río	309.0	26.04	295.88	395.0	0	-12.92
2205	Valle de Tequisquiapan	208.0	2.6	98.83	118.0	6.67	0
2207	Tolimán	8.4	2.9	5.38	2.4	0.11	0
2208	Valle de Huimilpan	20.0	1.99	19.08	22.0	0	-1.07

**Tabla 5: Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos del Estado de Querétaro analizados por la CNA.**

En la figura siguiente se muestra la disponibilidad regional del agua subterránea de acuerdo a la permeabilidad y compacidad que presentan los distintos materiales del subsuelo, de acuerdo a las cartas F 14-8 y F 14-11 de aguas subterráneas editado en 1999 por el INEGI.

El área de estudio se muestra en el recuadro interior ubicado entre las dos cartas, así como el Sistema Ambiental Regional (SAR).

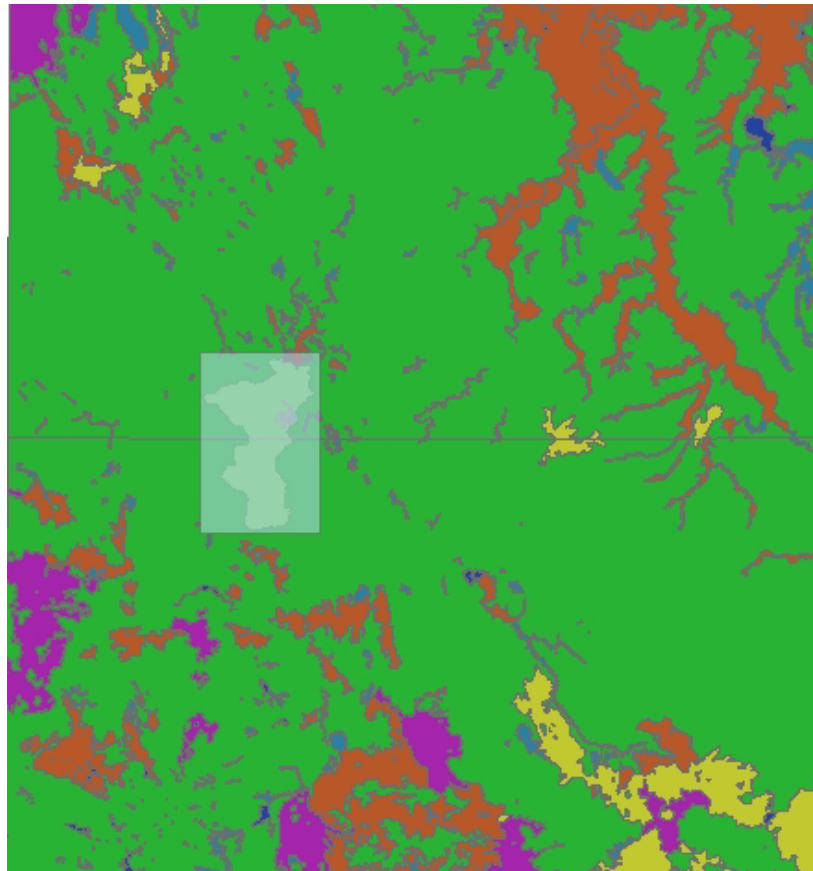


Figura 19. Disponibilidad regional de agua subterránea de acuerdo a la permeabilidad y compacidad de los materiales. Verde: Material consolidado con posibilidades bajas; rojo: material no consolidado con posibilidades medias; amarillo: material consolidado con posibilidades medias; morado: material no consolidado con posibilidades altas; azul: material consolidado con posibilidades medias.

### IV.2.1.6 Hidrología Superficial

La zona de estudio se encuentra dentro del territorio de la cuenca del Río Pánuco, como parte de la Región Administrativa IX Golfo Norte, dentro de la Vertiente del Golfo de México, según la clasificación de CNA.

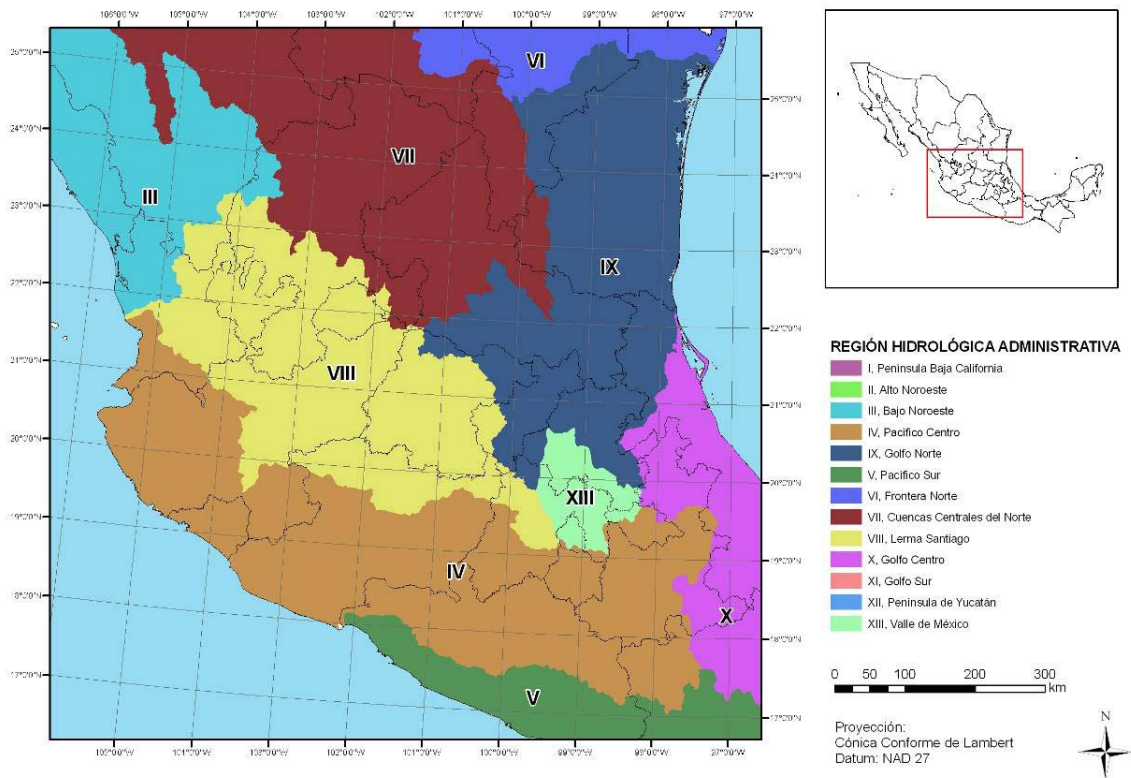


Figura 20. Localización de la Región Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico

Tabla 6. Descripción geográfica y socioeconómica por Región Administrativa en México

Región Administrativa		Extensión territorial continental <sup>a</sup>	Población <sup>b</sup>		Densidad de población		Contribución al PIB <sup>c</sup>		Municipios <sup>d</sup>
			2005	2005	2005	2005	nacional	(%)	
		(miles de km <sup>2</sup> )	(millones)	(hab/km <sup>2</sup> )	(hab/km <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(número)	
I	Península de Baja California	145.5	3.45	24	24	4.1	4.1	10	
II	Noroeste	205.3	2.65	13	13	2.5	2.5	79	
III	Pacífico Norte	151.9	4.24	27	27	2.9	2.9	51	
IV	Balsas	119.2	10.85	90	90	6.4	6.4	422	
V	Pacífico Sur	77.1	4.2	54	54	2.1	2.1	358	

VI	Río Bravo	379.6	10.64	28	14.7	141
VII	Cuencas Centrales del Norte	202.4	4	20	3.3	83
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	190.4	20.65	108	16.2	327
<b>IX</b>	<b>Golfo Norte</b>	<b>127.2</b>	<b>5.04</b>	<b>40</b>	<b>3.7</b>	<b>154</b>
X	Golfo Centro	104.6	9.8	93	5.5	445
XI	Frontera Sur	101.8	6.54	64	2.9	139
XII	Península de Yucatán	137.8	3.76	27	4.2	124
XIII	Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	16.4	21.16	1 290	31.5	115
<b>Total Nacional</b>		<b>1 959.2</b>	<b>106.98</b>	<b>54</b>	<b>100.0</b>	<b>2 446</b>

Fuente: Integrado por la Subdirección General de Programación. CNA., con base en el XII Censo General de Población y Vivienda, febrero 2000, Anuario Estadístico 2001, y Banco de Información Económica y Sistema de Cuentas Nacionales de México 2001, INEGI. Proyecciones de Población 2000-2030, Conapo 2003.

Notas:

<sup>a</sup> Se reporta únicamente la extensión territorial continental. No se cuenta con el desglose de la superficie insular.

<sup>b</sup> Proyección de población a diciembre de 2005, con base en proyecciones de Conapo.

<sup>c</sup> Datos estimados con base en el Banco de Información Económica, 2002, INEGI.

<sup>d</sup> Incluye las 16 delegaciones políticas del D. F. Información a noviembre 2003.

**Tabla 7. Comparación del régimen hídrico en cada una de las regiones hidrológico administrativas de México**

<b>Región administrativa</b>		<b>Escurrecimiento</b>	<b>Disponibilidad natural media 2004</b>	<b>Disponibilidad media per cápita 2004</b>	<b>Recarga media total de acuíferos 2004</b>	<b>Extracción total bruta de agua 2003</b>
		<b>Mm<sup>3</sup></b>	<b>Mm<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	<b>Mm<sup>3</sup></b>	<b>Mm<sup>3</sup>/año</b>
	Estados Unidos Mexicanos	396,206	427,685	4,094	78,053	75,072
I	Península de Baja California	3,012	4,423	1,318	1,411	3,803
II	Noroeste	5,459	8,213	3,210	2,754	6,391
III	Pacífico Norte	22,159	24,839	6,038	2,680	10,413
IV	Balsas	24,944	28,924	2,703	3,980	10,272
V	Pacífico Sur	30,799	32,508	7,782	1,709	1,377
VI	Río Bravo	8,963	14,182	1,356	5,219	8,343
VII	Cuencas Centrales del Norte	4,729	6,841	1,726	2,112	3,723
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	29,594	36,977	1,820	7,383	12,984
<b>IX</b>	<b>Golfo Norte</b>	<b>22,774</b>	<b>24,290</b>	<b>4,820</b>	<b>1,516</b>	<b>4,858</b>
X	Golfo Centro	111,062	102,544	10,574	3,614	4,567
XI	Frontera Sur	127,250	111,229	17,254	18,421	1,978
XII	Península de Yucatán	3,465	28,781	8,014	25,316	1,655
XIII	Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	1,996	3,934	188	1,938	4,708

La Región se divide en tres subregiones: San Fernando, Soto La Marina y Pánuco, comprende un total del 154 municipios con 5,040,000 millones de habitantes, que contribuyen al PIB nacional en un 3.7%, y ocupa una superficie total de 127,655 km<sup>2</sup>.

**Tabla 8. Subregiones de la Región Hidrológica Administrativa IX Golfo Norte.**

Subregión	Población (habitantes)	Número de cuencas	Superficie hidrológica (km <sup>2</sup> )
San Fernando	71 897	1	17 905
Soto La Marina	425 848	1	24 794
Pánuco	4 238 224	5	84 956
<b>Total</b>	<b>4 735 969</b>	<b>7</b>	<b>127 655</b>

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2001-2006I, Región IX Golfo Norte

La cuenca del Río Pánuco pertenece a la vertiente del Golfo de México, junto

con el Valle de México, se encuentra limitada por las siguientes cuencas hidrográficas: al Norte, la del Río Soto la Marina y la región de El Salado; al Poniente, la del Lerma; al Sur, la del Río Balsas y al Oriente las de los Ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla, la superficie que ocupa es de 84,956 kilómetros cuadrados.

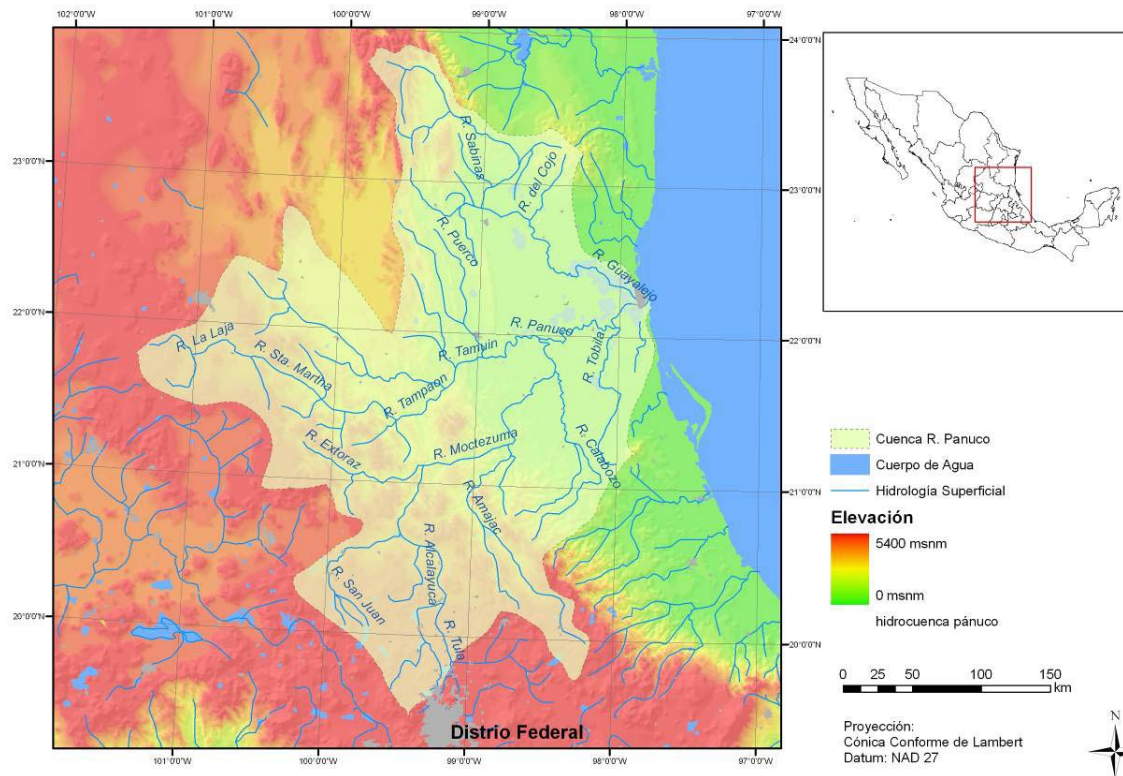


Figura 21. Cuenca de aportación al Río Pánuco

La cuenca está dividida en dos zonas: Alto Pánuco que está formado por las cuencas de los Ríos Tula y San Juan del Río, que conforman el Río Moctezuma y por la cuenca de los Ríos Metztitlán y Amajac; Bajo Pánuco que está formado por las cuencas de los Ríos Extóraz, Bajo Amajac, Tempoal, Moctezuma, Tampoán y Pánuco.

El Río Pánuco recibe aportaciones procedentes de numerosas corrientes que se originan y fluyen por las siguientes entidades federativas y aproximadamente cubre 2,422 kilómetros cuadrados del Estado de México, 72 kilómetros cuadrados del Estado de Puebla, 16,965 kilómetros cuadrados del Estado de Hidalgo, 9,351 kilómetros cuadrados del Estado de Querétaro, 10,295 kilómetros cuadrados del Estado de Veracruz, 5,243 kilómetros cuadrados del Estado de Guanajuato, 23,503 kilómetros cuadrados del Estado de San Luis Potosí, 16,615 kilómetros cuadrados del Estado de Tamaulipas y 490 kilómetros cuadrados del Estado de Nuevo León.

La cuenca del Río Pánuco, se subdivide para su estudio en 11 subcuencas denominadas: número 1 Valle de México, número 2 Río San Juan; número 3 Río Tula; número 4 Río Metztlán; número 5 Río Moctezuma; número 6 Río Tempoal; número 7 Río Verde; número 8 Río Santa María; número 9 Río Tampaón; número 10 Río Guayalejo y número 11 Bajo Pánuco, conformado por los Ríos Tamesí-Chicayán.

La CNA<sup>1</sup> calculó el volumen disponible medio anual para cada una de las subcuencas de la siguiente forma:

La Cuenca del Valle de México tiene un escurrimiento virgen de 696 millones de metros cúbicos; una importación proveniente del Sistema Cutzamala de 364 millones de metros cúbicos. Tiene una demanda actual por cuenca propia de 572 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta la Presa Endó es de 488 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca, es del orden de los 1,526 millones de metros cúbicos, correspondiendo éste, al escurrimiento aguas abajo hacia la cuenca del Río Tula, compuesto tanto de aguas residuales como de superficiales.

El Río San Juan, hasta su confluencia con el Río Tula, drena un área de 5,427 kilómetros cuadrados, de los que corresponden 2,906 al Estado de Querétaro; 1,367 al Estado de Hidalgo y 1,154 al Estado de México, el recorrido total a lo largo del cauce principal es de 168 kilómetros. Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 339 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su confluencia con el Río Tula es de 53 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 52 millones de metros cúbicos.

El Río Tula drena desde sus orígenes en el Cerro de la Bufa, sin incluir la cuenca cerrada del Valle de México y hasta su confluencia con el Río San Juan del Río, un área de 6,551 kilómetros cuadrados. Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 2,065 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo de la Presa Endó y hasta su conexión con el Río Moctezuma es de 91 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 89 millones de metros cúbicos.

El Río Metztlán en su recorrido drena un área de 4,364 kilómetros cuadrados. Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 146 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su conexión con el Río Moctezuma es de 344 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 337 millones de metros cúbicos.

Al Río Moctezuma en su recorrido se le conoce con diversos nombres,

---

<sup>1</sup> Diario Oficial de la Federación. Estudios Técnicos para determinar la disponibilidad de las aguas superficiales de la cuenca del Río Pánuco. 26 de Octubre de 1998.



correspondiéndole Río Moctezuma, a la zona comprendida entre las confluencias de los Ríos San Juan y Tula, en la que drena un área de 61,062 kilómetros cuadrados, en la cual se incluye la subcuenca del Valle de México. Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 116 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su unión con el Río Tampaón es de 5,439 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 5,377 millones de metros cúbicos.

El Río Tempoal tiene sus orígenes en el parteaguas con las cuencas de los Ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla. Drena parte de los Estados de San Luis Potosí, Veracruz e Hidalgo, correspondiendo a estos dos últimos la mayor extensión. Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 48 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su confluencia con el Río Moctezuma es de 2,621 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 2,591 millones de metros cúbicos.

El Río Verde tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 245 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su confluencia con el Río Santa María es de 334 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 280 millones de metros cúbicos.

El Río Santa María tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 254 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su unión con el Río Verde es de 1,077 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 881 millones de metros cúbicos.

El Río Tampaón en su recorrido hasta su confluencia con el Río Moctezuma, tiene una longitud de 420 kilómetros y un área de cuenca de 25,242 kilómetros cuadrados.

Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 1,088 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta su confluencia con el Río Moctezuma, incluyendo los ríos Valles y Gallinas es de 5,086 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 5,028 millones de metros cúbicos.

El Río Guayalejo tiene un área drenada cuya extensión hasta su confluencia al Río Pánuco, es de 17,084 kilómetros cuadrados. Tiene una demanda actual por cuenca propia y volumen comprometido hacia aguas abajo de 1,147 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo hasta la estación hidrométrica Magiscatzin es de 2,074 millones de metros cúbicos y el volumen disponible a la salida de esta subcuenca corresponde a los 2,050 millones de metros cúbicos.

El Bajo Pánuco, conformado por los Ríos Tamesí-Chicayán tiene una demanda

actual por cuenca propia de 185 millones de metros cúbicos, la estimación del escurrimiento aguas abajo desde las estaciones hidrométricas El Olivo, Tamuín y Magiscatzin hasta su desembocadura al Golfo de México, así como también su volumen disponible a la salida de esta subcuenca es de 16,020 millones de metros cúbicos.

Con base en los estudios técnicos realizados por CNA, y siguiendo la metodología propuesta por el Plan Nacional Hidráulico 1994, se tiene la disponibilidad media no comprometida en la cuenca del Río Pánuco hasta su desembocadura al Golfo de México, la cual asciende a 16,020 millones de metros cúbicos anuales, así como también la siguiente clasificación de cada subcuenca, con relación a su disponibilidad relativa superficial media anual:

**Tabla 9. Subcuencas de la Cuenca del Río Pánuco**

Núm	Subcuenca	Disponibilidad a la salida de la subcuenca (Mm <sup>3</sup> /año)	Condición
1	Valle de México	1,526 *	Déficit
2	Río San Juan	52	Déficit
3	Río Tula	89	Déficit
4	Río Metztlán	337	Disponibilidad
5	Río Moctezuma	5 377	Abundante
6	Río Tempoal	2 591	Abundante
7	Río Verde	280	Equilibrio
8	Río Santa María	881	Disponibilidad
9	Río Tampaón	5 028	Disponibilidad
10	Río Guayalejo	2 050	Equilibrio
11	Tamesí-Chicayán	16 020	Abundante

\*Corresponde al escurrimiento aguas abajo, compuesto tanto de aguas residuales como de superficiales.

El sitio del proyecto se encuentra sobre el Río Moctezuma aproximadamente a 58 km aguas abajo de la Presa Zimapán y a 7.5 km aguas arriba de la confluencia con el Río Extóraz

La Presa Fernando Hiriart Balderrama, conocida como Zimapán es el cuerpo de agua léntico cercano al sitio del proyecto más importante, es utilizada para la generación de electricidad, desde el año de 1996 y tiene una capacidad efectiva instalada de 292 MW.

El promedio de 2000 a 2006 de la descarga de la presa Zimapán se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Funcionamiento de la Hidroeléctrica Fernando Hiriart Valderrama (Zimapán)**

<b>Gasto medio mensual</b>	<b>Horas Turbinadas/Horas Totales</b>	<b>Gasto medio en horas turbinadas</b>
<b><i>m<sup>3</sup>/seg</i></b>	<b>%</b>	<b><i>m<sup>3</sup>/seg</i></b>
23.06	39%	59.40

Según un estudio hecho por el IMTA2 el embalse se encuentra en estado eutrófico, aún así se dan actividades productivas como la pesca deportiva.

La cuenca del Río Extóraz tiene una superficie aproximada de 3,884 km<sup>2</sup>, hasta su confluencia con el Río Moctezuma, y genera una escorrentía de aproximadamente 180 Mm<sup>3</sup> anuales, es decir 5.7m<sup>3</sup>/s.

La Comisión Nacional del Agua de Querétaro estableció en los años 1997 y 1998 un programa de monitoreo de la calidad del agua en la cuenca del Río Extóraz, en el que ubicaron siete estaciones a lo largo del cauce. Se monitoreó en los meses de agosto y diciembre de 1997, así como mayo y septiembre de 1998. Los resultados en general, se encontraron aceptables para oxígeno disuelto, pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, turbiedad, sólidos suspendidos y disueltos totales, grasas y aceite, detergentes y nutrientes. Los coniformes fecales presentaron concentraciones que sobrepasan los límites de los criterios ecológicos para la protección de la vida acuática (200 NMP/100ml) de la NOM-127-SSA1-1994 y de la NOM-001-SEMARNAT-1996. En cuanto a los metales se detectó arsénico, cobre, mercurio, cadmio y plomo, debajo del límite de detección de los equipos utilizados.

Se han hecho estimaciones para obtener el potencial hidrológico en el sitio Santa Clara, para una superficie de cuenca de 12,991km<sup>2</sup>, un gasto medio anual de 31 m<sup>3</sup>/s

<sup>2</sup> Bravo Inclán, Luis, et al. Evaluación del estado trófico y perspectivas de rehabilitación en cuatro embalses del centro de México. XV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Guadalajara Mayo 2006.

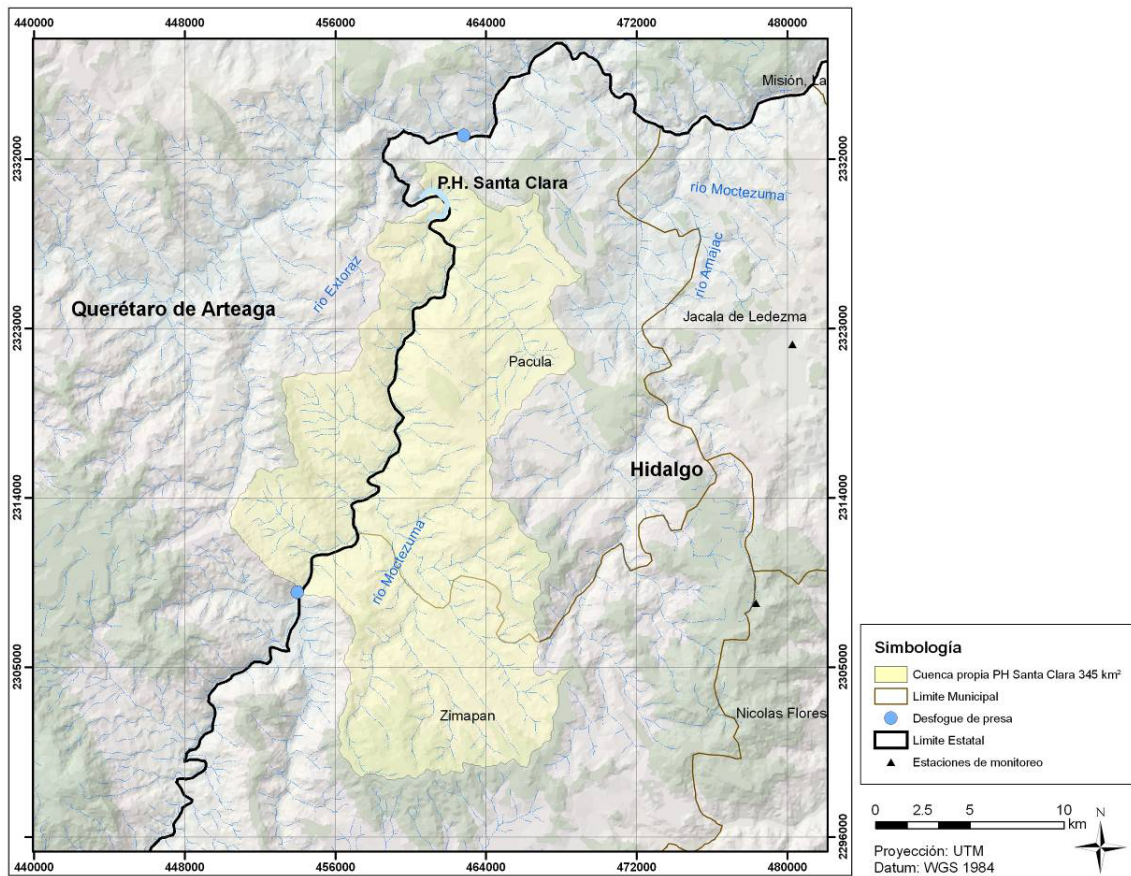


Figura 22. Cuenca de aportación directa al Río Moctezuma en el sitio del proyecto

Los datos de la estación hidrométrica que está más cercana a la boquilla de la presa son de la estación “Matzacintla”, que se ubica a una distancia sobre el Río Moctezuma de 18 km aguas abajo, o a 7 km de la casa de máquinas, en esta estación se tienen datos desde 1962 hidrológicamente la Presa Santa Clara estará regida por el funcionamiento de la Presa Zimapán con un gasto medio de 59 m<sup>3</sup>/s para los períodos de descarga durante la generación de electricidad.

Los gastos aproximados para el Río Moctezuma aguas debajo de su confluencia con el Río Extóraz son de 31m<sup>3</sup>/s del Río Moctezuma más 6m<sup>3</sup>/s del Extóraz, obteniéndose un gasto de 37m<sup>3</sup>/s

Es importante destacar que el caudal del Río Moctezuma varía notablemente durante los períodos en los que se turbinan en la Presa Zimapán. Este efecto es especialmente notable durante el período de estiaje pues las horas turbinadas son menos del 15% al día.

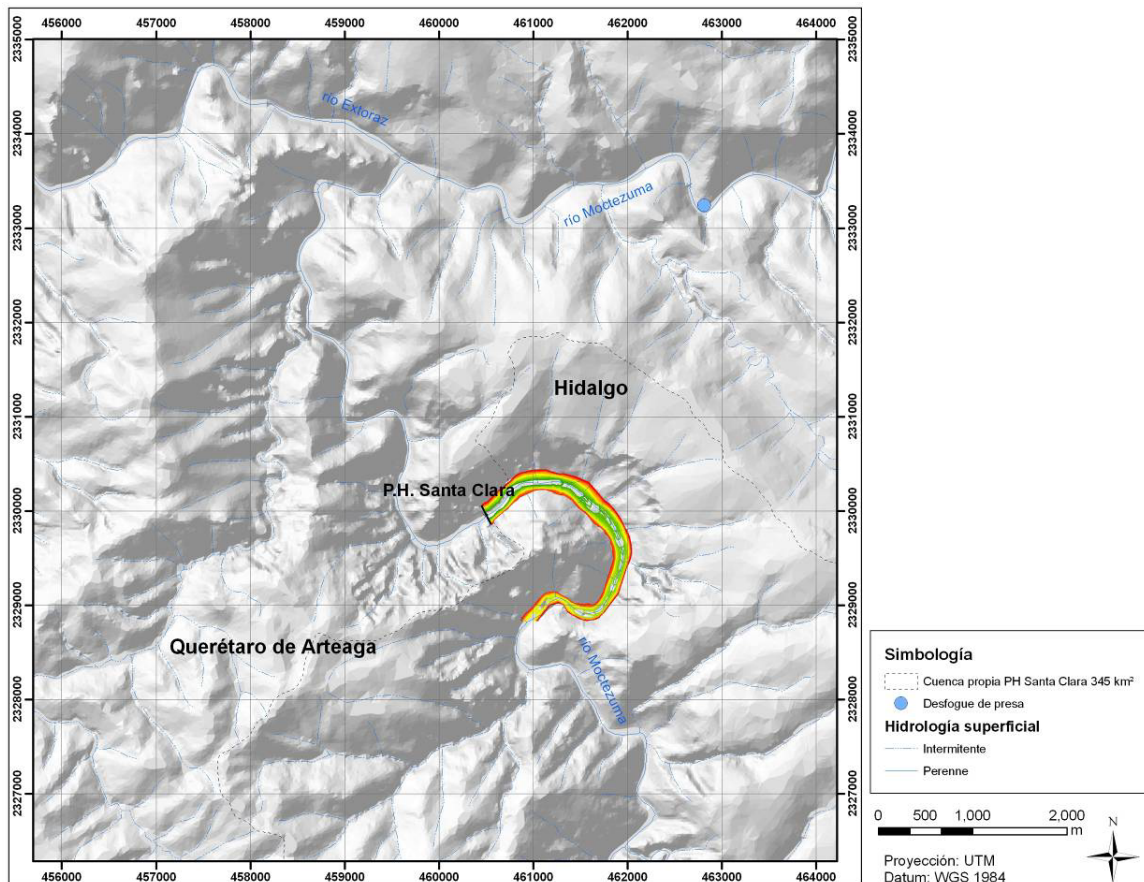


Figura 23. Hidrología superficial de detalle.

#### IV.2.1.6.1 Calidad del agua.

La manera de estimar la calidad del agua consiste en la definición de índices o ratios de las medidas de ciertos parámetros físicos, químicos o biológicos en la situación real y en otra situación que se considere admisible o deseable y que viene definida por ciertos estándares o criterios.

Los parámetros físicos más importantes son la transparencia, turbidez, color, olor, sabor, temperatura, conductividad eléctrica y pH. Los parámetros químicos son los más importantes para definir la calidad del agua, existe una extensa lista de ellos siendo posible agruparles en:

Sustancias presentes naturalmente y sustancias vertidas artificialmente. Como no hay un límite bien marcado entre unas y otras, ya que muchas pueden proceder de ambas fuentes (nitrógeno, fenoles, etc.), las estimaciones deberán hacerse en función de diferencias de concentración y no de los valores absolutos.

Sustancias y caracteres estables, inestables, ligeramente estables. Esta agrupación se usa cuando hay que decidir los análisis u observaciones a realizar *in situ* en laboratorio móvil o en laboratorio permanente.

Sustancias presentes habitualmente en cantidades grandes (iones más importantes, oxígeno disuelto, etc. y algunos contaminantes, como detergentes y derivados del petróleo) y sustancias presentes en cantidades pequeñas. Las primeras deberán ser analizadas con frecuencia y las segundas solo en la prospección preliminar o en observaciones muy detalladas.

Los parámetros biológicos incluyen diversas especies microbiológicas patógenas al hombre así como virus y diversos invertebrados. Últimamente se utilizan los llamados índices bióticos, que se construyen en función de la presencia de ciertas especies (taxones, más generalmente), que se comportan como indicadores de los niveles de contaminación, y las variaciones de la estructura de la comunidad biótica ocasionadas por la alteración del medio acuático.

La selección de los parámetros se puede determinar en función de los usos del agua, siendo los más comunes el uso doméstico, industrial, riego, recreo y vida acuática, variando el número y tipo de parámetros ya que las exigencias de calidad son diferentes.

Los estándares constituyen un punto de referencia para determinar la calidad del agua y sufre de frecuentes revisiones a medida que se avanza en el estudio de las consecuencias de la contaminación y son, en todo caso, independientes del propio medio que se pretende estudiar, lo que lleva a pensar en la conveniencia de establecer estándares diferentes para contextos territoriales distintos. Por tales motivos existen diferentes estándares de calidad que cada país, región o comunidad adopta según sus criterios de seguridad establecidos (anexo 5 Indicadores de Calidad del Agua).

En México las especificaciones de contaminantes y de calidad se señalan en los "Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CCA-001-89" y la "NOM-127-SSA1-1994 "Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-límites Permisibles de Calidad y Tratamiento a que debe Someterse el Agua para su Potabilización", NOM-001-SEMARNAT-96 "Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales", NOM-002- SEMARNAT -96 "Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal", NOM-003- SEMARNAT -97 "Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público", NOM-003-CNA-1996 "Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos", NOM-004-CNA-1996 "Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general", NOM-006-CNA-1997 "Fosas sépticas-Especificaciones y métodos de prueba", NOM-007-CNA-1997 "Requisitos de seguridad para la construcción y

operación de tanques de agua”, (anexo 6 y 7) los cuales presentan gran similitud con los principales lineamientos que en esta materia existen en diversos países tanto de América como de Europa.

#### **IV.2.1.6.2 Objetivos**

##### **IV.2.1.6.2.1 Objetivo general**

Analizar la calidad de las aguas superficiales del Río Moctezuma en su paso por el Municipio de Pacula, Zimapán de Hidalgo y San Joaquín, Cadereyta de Montes, Jalpan de Serra y Landa de Matamoros de Querétaro; donde se proyecta la construcción del P.H. Santa Clara principalmente y sus afluentes al mismo río.

##### **IV.2.1.6.2.2 Objetivos particulares**

Evaluar la calidad del agua en el Río Moctezuma

Evaluar la calidad del agua de los afluentes del Río Moctezuma

Calcular el índice de calidad del agua en los sitios descritos

Elaborar un estudio del plancton (cualitativo y cuantitativo).

Evaluar la calidad en los cuerpos de agua especificados con respecto a las Normas Mexicanas que apliquen para este caso.

##### **IV.2.1.6.3 Meta**

Construcción de una línea base de información referente a la calidad del agua a fin de constatar el cambio o conservación de la misma antes y después de las obras del proyecto.

##### **IV.2.1.6.4 Metodología**

El desarrollo metodológico incluyó los dos aspectos a evaluar, la calidad del agua y el estudio del plancton.

Para la calidad del agua se aplicaron las siguientes fases: Protocolo de muestreo de agua y analítica de agua.

##### **IV.2.1.6.4.1 Protocolo de Muestreo de Agua**

Se seleccionaron los puntos de muestreo.

Se realizó el muestreo estacional para los meses de Febrero, Abril, Junio y Septiembre.

Se determinó en cada punto de muestreo: Coordenadas, Hora, Altitud (msnm), Presión atmosférica (Hpa), Viento (m/s), Nubosidad (%), Humedad



relativa (%), Temperatura ambiente (°C), Temperatura de agua (°C), Profundidad (m), pH (pH), Potencial redox (mV), Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Salinidad (%), Sólidos disueltos totales (mg/L), Color aparente, Materia flotante, Presencia de peces, Olor, Oxígeno Disuelto.

La determinación de temperatura, conductividad, potencial redox, pH y oxígeno disuelto en cada estación se realizó mediante el sensor de la columna de agua Corning Checkmate® II, el cual posee el siguiente rango de medición.

**Tabla 11. Características técnicas del equipo de medición de campo utilizado.**

Parámetro	Rango de sensibilidad	Precisión
Temperatura	0,1 °C	$\pm 0,4$ °C
Conductividad	2 $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\pm 3\%$
Potencial Redox	1 mV	$\pm 5$ mV
pH	0,01	$\pm 0,4$
Oxígeno Disuelto	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	$\pm 0,03$ mg/L

El muestreo de agua se realizó según los lineamientos técnicos establecidos en los Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, APHA, AWWA-WDCF (1992), y los lineamientos técnicos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-14-1980 "Cuerpos receptores, muestreo".

La totalidad de las muestras se recogieron en frascos de plástico y vidrio, se preservaron las fracciones y su traslado al laboratorio se realizó manteniendo una temperatura menor a 4 grados centígrados.

#### IV.2.1.6.4.2 Analítica de Agua

Las muestras de agua se analizaron conforme a los procedimientos establecidos para cada parámetro en la Normativa Oficial Mexicana, así como a los métodos establecidos por la APHA-AWWA-WDCF (1992). Los parámetros evaluados y la metodología aplicada se presentan en la tabla 17.

En cada uno de los parámetros analizados se determinó previamente el límite mínimo de detección, así como las pruebas correspondientes a la precisión y exactitud, procediendo a su aplicación de acuerdo a los lineamientos que para cada caso en particular existen en la literatura.

**Tabla 12. Parámetros evaluados en agua.**

Parámetro	Unidad	Método de análisis
2,4-D	mg/l	NMX-AA-071-1981
Aldrin	mg/l	NMX-AA-071-1981
Alcalinidad total	mg/l $\text{CaCO}_3$	NMX-AA-36-2001
Aluminio	mg/l	EPA-6010B
Arsénico	mg/l	EPA-6010B
Benceno	mg/l	EPA-6010B
Cadmio	mg/l	EPA-6010B
Calcio	mg/l	EPA-6010B



Cianuros	mg/l	NMX-AA-058-SCFI-2001
Cloruros	mg/l	NMX-AA-073-SCFI-2001
Clordano	mg/l	NMX-AA-071-1981
Coniformes	NMP/100ml	NOM-112-SSA1-1994
Color	Esc. Pt.-Co.	NMX-AA-045-SCFI-2001
Conductividad	µS/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Cromo hexavalente	mg/l	NMX-AA-044-2001
Cromo total	mg/l	EPA-6010B
Dieldrin	mg/l	NMX-AA-071-1981
D.Q.O.	mg/l	NMX-AA-30-SCFI-2001
DBO5	mg/l	NMX-AA-028-SCFI-2001
DDT	mg/l	NMX-AA-071-1981
Durezas	mg/l CaCO <sub>3</sub>	NMX-AA-072-SCFI-2001
Epoxido de heptacloro	mg/l	NMX-AA-071-1981
Etil benceno	mg/l	NMX-AA-071-1981
Fenoles	mg/l	NMX-AA-050-SCFI-2001
Fosfatos	mg/l	NMX-AA-029-SCFI-2001
Fósforo	mg/l	NMX-AA-029-SCFI-2001
Grasas y Aceites	mg/l	NMX-AA-005-SCFI-2000
Heptacloro	mg/l	NMX-AA-071-1981
Hexaclorobenceno	mg/l	NMX-AA-071-1981
Hierro	mg/l	EPA-6010B
Lindano	mg/l	NMX-AA-071-1981
Manganeso	mg/l	EPA-6010B
Magnesio	mg/l	EPA-6010B
Mercurio	mg/l	EPA-6010B
Metoxicloro	mg/l	NMX-AA-071-1981
Nitratos	mg/l N-NO3	NOM-AA-079-SCFI-2001
Nitritos	mg/l N-NO2	EPA-354.1
Nitrógeno amoniacal	mg/l	NMX-AA-026-SCFI-2001
Nitrógeno total	mg/l	NMX-AA-026-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	mg/l	EPA 4500-O-C
pH		NMX-AA-008-SCFI-2001
Plomo	mg/l	EPA-6010B
S.A.A.M.	mg/l	NMX-AA-039-SCFI-2001
Sólidos Totales Totales	mg/l	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Disueltos Totales.	mg/l	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables	mg/l	NMX-AA-004-2000
Sólidos Suspendidos Totales.	Mg/l	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	NMX-AA-074-1981
Talio	mg/l	EPA-6010B
Temperatura	°C	EPA 2550-B
Tolueno	mg/l	NMX-AA-071-1981
Trihalometanos	mg/l	EPA 8260
Turbiedad	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Xileno	mg/l	NMX-AA-071-1981

Para la determinación del fitoplancton se utilizaron las claves y criterios morfológicos de Bourelly (1966;1968;1970), Ortega (1984), Prescott (1973;1978), Bold & Wyne (1978), Smith (1950), Tiffany & Britton (1952), Gomont (1892), Drovot (1970), Gerlof (1969), González (1988), Hortobágyi (1973, 1975, 1979) Ramanathan (1962), Novelo (1998), Patrick & Reimer (1975), Cox (1996), Barber & Haworth (1981), Campos (1995), Mendoza (1973), Stewart (1973), Yacubson (1969), Steble & Krauter (1987).

Para zooplancton Kudo (1985), Underhill & Schmid & Gilbertson (1982), Koste (1982) y Steble & Krauter (1987) para el arreglo sistemático de las especies se clasificó con el criterio de Prescott (1979). Las muestras se procesaron, se realizó un análisis cualitativo, observación directa de muestra biológica por triplicado, observándose los organismos en vivo para

la determinación de género- especie y la elaboración de un Inventario Taxonómico de Fitoplancton y Zooplancton

Para el análisis de estructuras diferenciales de cada grupo taxonómico se utilizaron las siguientes tinturas:

- lugol ácido-acético para la observación de cloroplastos y pirenoides en *chlorophyceas*,
- azul de cresil para mucílago, paredes y vainas en *cyanophyceas*,
- rojo congo para la pared celular y núcleo de *euglenophyceas*,
- naranja de metilo y verde brillante para citoplasma de todas las divisiones,
- nigrosina para la diferenciación de vacuolas de gas, vaina y citoplasma de células en general,
- tinta china para la observación de flagelos, cilios, espinas de células.

Mendoza (1973), APHA (1980), SARH (1984 b), Sournia (1978), Palmer (1980).

El análisis cuantitativo se realizó utilizando un microscopio compuesto Carl Zeiss Axiostar y una cámara de Palmer de 0.1 ml mediante la técnica de conteo directo de organismos por litro: Palmer (1980) Rico (1992) Campos (1995).

No. de Organismos por litro =  $\frac{\# \text{ de organismos} \times \text{volumen filtrado final}}{\text{Capacidad de CP} \times \text{volumen filtrado inicial}}$

Resultados:

Es importante considerar que para un uso específico del agua, el criterio toxicológico es el que se debe considerar en la evaluación global de los resultados aquí expresados, se anexan al presente documento.

#### **IV.2.1.7 Calidad Escénica**

##### **IV.2.1.7.1 Metodología**

Para describir y evaluar el paisaje se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Delimitación de la cuenca visual y determinación de los puntos de observación.
- Descripción de los componentes del paisaje y los agentes modeladores
- Evaluación del paisaje (BLM, 1980, tomado de Farias, C. *et al.* 1992))
- Evaluación de la fragilidad del paisaje

Estos factores se desarrollaron en base a diferentes metodologías las cuales se explican a continuación:

##### **IV.2.1.7.1.1 Delimitación de la Cuenca Visual y Determinación de Puntos de Observación**

Para delimitar el marco geográfico de la cuenca visual, se tomaron como referencia los archivos de información vectorial sobre curvas de nivel de INEGI Escala 1:50 000, localidades, caminos, así como cartas topográficas, ortofotos adquiridas para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, en las cartas topográficas se localizaron caminos verificándose su trazo original con una imagen de 2005, donde se hizo un DTN (3D).

Se delimitó la cuenca visual a partir del parteaguas en donde las pendientes llegan a ser mayores al 100%, con esto se determinaron los puntos donde se podrán observar las obras de construcción.

Con base en esta información se hizo un corte del área de 7 km de radio sobre el área de la construcción de la cortina y de la casa de máquinas, se delimitó una zona de 750 m de radio del área de la boquilla, (el área de nuestra cuenca visual es grande pero debido a que solo se tendrá observación directa de las obras a partir del camino de acceso que se construirá; esta zona es la que será afectada por las obras de construcción, una vez obtenidas estas áreas se hizo el trazo de los perfiles, ubicando en éstos el área de afectación y el camino proyectado, se trazaron los perfiles de la cuenca visual para interceptar los puntos donde será posible la observación del proyecto, ya sea por los habitantes o visitantes de la zona, se tomaron las coordenadas de los puntos de observación, para una vez en campo hacer la descripción y observaciones pertinentes del paisaje.

##### **IV.2.1.7.1.2 Descripción de los Componentes del Paisaje y los Agentes Modeladores**

Una vez en campo, con un equipo multidisciplinario se procedió a evaluar los componentes, los agentes modeladores, la calidad escénica y la fragilidad del paisaje, de cada uno de los puntos con la siguiente metodología (anexo de calidad escénica en el capítulo VIII).

Para la descripción los agentes modeladores y componentes bióticos del paisaje, que son agua, viento, sustrato, clima, así como vegetación, fauna y hombre, se recurrió a la tabla 1 (anexo de calidad escénica en el capítulo VIII).

La valoración, análisis y diferenciación de las características visuales básicas de un paisaje o sus componentes, que son color, forma, línea, textura, (SMARDON, 1979, tomado de Escribano, M. *et al* 1991), se utilizó la figura 1 y la tabla 2 (anexo de calidad escénica en el capítulo VIII).

En el caso de la percepción del paisaje se tomaron en cuenta la distancia, la posición del observador, las condiciones atmosféricas así como la iluminación, las cuales se describieron en base a la tabla 3 (anexo de calidad escénica en el capítulo VIII).

#### **IV.2.1.7.1.3 Evaluación de la Fragilidad del Paisaje**

Para la fragilidad del paisaje se tomaron en cuenta tres apartados: primero, la fragilidad visual del punto (tabla 4, en anexo 18), que abarca, densidad de vegetación, contraste cromático de suelo-vegetación, altura de vegetación, diversidad de estratos de la vegetación, contraste cromático dentro de la vegetación y la estacionalidad de la vegetación; segunda, fragilidad visual del entorno del punto (tabla 5, en anexo 18), este incluye tamaño de la cuenca visual, compacidad de la cuenca visual, forma de la cuenca visual y altura relativa del punto respecto a la cuenca visual y la tercera, fragilidad derivada de las características histórico-culturales del territorio (tabla 6, en anexo de calidad escénica en el capítulo VIII) que comprende, existencia de, y proximidad a, puntos y zonas singulares y accesibilidad visual de carreteras y pueblos.

#### **Evaluación del paisaje (BLM, 1980, tomado de Farias, C. et al 1992)**

El método utilizado para la evaluación de la calidad visual del paisaje fué el de Bureau of Land Management (op cit), los criterios de valoración de la calidad escénica a zonas previamente divididas en unidades homogéneas, según su fisiografía y vegetación. En cada unidad se valoran diversos aspectos como morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, modificaciones y actuaciones humanas, (ver tabla 2, anexo de calidad escénica en el capítulo VIII).

#### **IV.2.1.7.1.4 Calidad Escénica**

La metodología utilizada para evaluar cuantitativamente la calidad escénica es la de Palowski tomado de (Farias, C. et al 1992). Este método evalúa mediante diversos aspectos como son morfología, vegetación, agua, color, vistas escénicas, rareza, modificaciones y actuaciones humanas.

Según esta metodología la calidad escénica resultante es la suma de todos los aspectos con sus criterios, a partir de aquí se determina una de las tres clases que son:

CLASE A: áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto condicionado (de 19 – 23 puntos).

CLASE B: áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (de 12 – 18 puntos).

CLASE C: áreas de características y rasgos comunes en la región fisiográfica (de 0 – 11 puntos).

Una vez evaluado esto, se establecen las clases de gestión visual que determinan los diferentes grados de modificación o cambio permitido en un territorio concreto, así como los niveles de sensibilidad respecto al territorio estudiado a través de la actitud de los usuarios, es decir, la preocupación que manifiesta con respecto a la introducción de cambios al paisaje. La evaluación del impacto a la calidad escénica, se desarrolló de la siguiente manera.

Con el objeto de establecer valores que puedan ser fácilmente comparables, se realizaron conversiones de valores inconmensurables a valores conmensurables, utilizando funciones de transformación (Conesa, 2003). Con esta función se asignan valores a componentes que se han evaluado subjetivamente, expresando la relación de los factores ambientales con una magnitud la calidad ambiental. La escala para medir la calidad ambiental varía de 0-1, donde el valor extremo óptimo es 1 y el valor más desfavorable es 0.

La función de transformación se representa de manera gráfica en la figura 57, en las ordenadas se sitúa la calidad ambiental y en las abscisas se toma como un indicador del impacto, para el valor relativo del paisaje, VR acorde con el modelo descrito, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

#### Valoración directa subjetiva Va

Se realiza a partir de la contemplación del paisaje, por un grupo de personas para evitar en sesgo de la información ya que es una valoración relativa de la calidad escénica, adjudicándole un valor según la evaluación de la CE por Farias, C. et al 1992, en una escala de rango o de orden, donde se calcula un valor (ver metodología anexo 18) y se designa conforme la siguiente tabla sin desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéticas, para la evaluar los Valores Absolutos se utiliza la siguiente escala:

**Tabla 13. Valores absolutos del paisaje.**

Paisaje	Va
Espectacular	16-23
Soberbio	8-16
Distinguido	4-8
Agradable	2-4

Vulgar	1-2
Feo	0-1

A partir de aquí se establece una gama de puntos de observación donde se evalúan las vistas obteniendo el valor de la unidad paisajística.

Los valores obtenidos se corrigen en función a la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de éstas, a la población potencial de observadores y a la accesibilidad de los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo.

$$VR = K * Va$$

Siendo:  $K = 1,125 \{ P/d * Ac * S \}^{1/4}$

Donde:

P = Función del tamaño medio de las poblaciones próximas

d = Función de la distancia media en km, a las poblaciones próximas

Ac = Accesibilidad a los puntos de observación, o a la cuenca visual (Inmediata 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1, Inaccesible 09)

S = Superficie desde lo que es percibida la actuación (Cuenca visual), función del número de puntos de observación (Muy grande 4, Grande 3, Pequeña 2, Muy pequeña 1).

**Tabla 14. Valores referente a los núcleos de población.**

No de habitantes	P	Distancia (Km)	d
1-1 000	1	0-1	1
1 000-2 000	2	1-2	2
2 000-4 000	3	2-3	3
4 000-8 000	4	3-4	4
8 000-16 000	5	4-5	5
16 000-50 000	6	5-6	6
50 000-100 000	7	6-7	7
100 000-500 000	8	7-8	8
500 000-100 000	9	8-9	9
> 100 000	10	9-10	10

Cálculos para las funciones de transformación haciendo comparaciones con las acciones que afectarán y los factores afectados en la etapa de: 1) Construcción, 2) Operación en zona de la cortina y 3) Operación en el embalse.

#### **IV.2.1.7.2 Descripción de la Cuenca Visual**

El área de estudio del medio físico y natural del proyecto contempla una superficie de 60,333 ha, abarcando parte de los municipios de Cadereyta de Montes, San Joaquín, Jalpan de Serra y Landa de Matamoros del Estado de Querétaro y además el municipio de Zimapán y Pacula del Estado de

Hidalgo.

Las actividades productivas que se realizan en la zona son principalmente las pecuarias, siendo la ganadería extensiva la que en mayor medida se practica, ya que las condiciones topográficas, edafológicas y climáticas, limitan en gran medida el desarrollo de otras actividades, como la agricultura, que solo se realiza como actividad de supervivencia y/o autoconsumo.

Para la evaluación de la calidad escénica se delimitó la cuenca visual a partir de los caminos de acceso ya que en éstos se ubica la franja de observación hacia el área de estudio.

#### **IV.2.1.7.3 Descripción del Paisaje**

El área de estudio del medio físico y natural se encuentra conformada de manera general por una serie de cañones, que corresponden a un área intensamente disectada por el Río Moctezuma y sus afluentes. Los profundos cañones de éstos últimos corren en forma más o menos paralela de Este a Oeste, separados por serranías alineadas en el mismo sentido. Las laderas occidentales generalmente presentan mayor pendiente que las orientales (Gutiérrez, Vázquez 1959). El fondo de la barranca está a 700 m de altitud, por lo que la temperatura, la humedad y el clima varían considerablemente. Esto a su vez se ve reflejado en la composición florística y en la forma de agruparse de las comunidades vegetales.

Dado que la vegetación predominante es caducifolia, las diferencias temporales de color son altamente contrastantes entre la temporada de secas y la temporada de lluvias. En la primera el paisaje adquiere un color parduzco que al integrarse con los lechos secos de los arroyos y las áreas secas de los pastizales inducidos da una sensación de aridez.

Sin embargo, en una dimensión espacial los contrastes de color son bajos ya que en la época de secas se observa de manera casi homogénea el color arena y en la de lluvias el color verde.

Otro elemento escénico a considerar es la actividad humana; en la región la densidad de población es muy baja, casi nula, por lo tanto no tiene una afectación relevante, sin embargo se puede observar pequeñas áreas en donde la cubierta vegetal ha sido eliminada para desarrollar actividades agrícolas y pecuarias. La inexistencia de opciones para el aprovechamiento de los recursos hace que en su mayor parte esta superficie sea destinada a la ganadería extensiva, con una excesiva carga animal que favorece el consecuente detrimento de los suelos y la vegetación.

Es evidente que el principal agente modelador del paisaje es el agua y en menor proporción el viento, los cuales han conformado sobre el cañón del Río Moctezuma gargantas profundas, paredes verticales, algunas de ellas de más de 1 000 m de alto, y valles; todos estos elementos le dan una vista espectacular ya que el cañón presenta una diferencia altitudinal

considerable<sup>3</sup> (aprox. 700 m).

La mayor parte de la precipitación pluvial escurre superficialmente formando cauces temporales que desembocan finalmente al Río Moctezuma. Estos escurrimientos son el principal agente modelador del paisaje, siendo el causante de la variedad de formas fisiográficas, en especial los cañones.

#### **IV.2.1.7.4 Componentes Bióticos del Paisaje**

Las especies vegetales silvestres se reúnen naturalmente de manera más o menos aleatoria de forma que se establecen agrupaciones con características estructurales homogéneas, las cuales están condicionadas por factores medioambientales tales como clima, suelo y relieve.

La vegetación que se observa principalmente en la zona es una Selva Baja Caducifolia. Esta comunidad vegetal se caracteriza por la poca altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m y excepcionalmente hasta 15 metros), y por el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas por periodos de 5 a 7 meses del año, lo cual provoca un enorme contraste en la fisonomía de la vegetación entre la época seca y la lluviosa. Como ya se mencionó anteriormente, es común encontrar terrenos en los que la cubierta vegetal original ha sido removida por completo y en los que actualmente se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias.

La fauna se integra en el contexto definido por el relieve y la vegetación como un componente más, proporcionando animación y vida a la calidad escénica y matizando en cierta medida su percepción auditiva, mucho más conspicua en este caso, que las visuales. En la mayoría de los casos no juega un papel paisajístico destacado, debido fundamentalmente a que es un elemento móvil.

El hombre tiene una participación relevante como creador y modificador de la calidad escénica, particularmente por el incremento de la erosión como resultante de la eliminación de la cubierta vegetal y el uso del suelo con fines agropecuarios.

---

<sup>3</sup> EL nivel altitudinal en donde se construirá la cortina se encuentra a 700 msnm y en donde cambia el relieve de la parte alta a 1,200 msnm.



IV.2.4	Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional, análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas e identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional. ....	127
IV.2.4.1	Descripción general de estructura e interrelaciones entre componentes	127
IV.2.4.2	Funcionamiento del sistema ambiental regional. ....	130
IV.2.4.3	Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.	131
IV.2.5	Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional.	134
IV.2.5.4	Construcción de escenarios futuros (sin proyecto) .....	135

**IV.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL, ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS E IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

**IV.2.4.1 Descripción general de estructura e interrelaciones entre componentes**

Antes de presentar la descripción estructural y funcional del sistema ambiental es conveniente realizar una síntesis de las características más relevantes. Para facilitar esta síntesis se realiza agrupando los elementos en medio biótico, medio físico y medio social.

**IV.2.4.1.1 Medio físico**

Clima:

El clima regional presenta una alta variabilidad como resultado de la influencia de una orografía muy accidentada. Bajo estas condiciones, interactúan diversos factores modificadores del clima como altitud, exposición del terreno, relieve y vegetación y dan como resultado la presencia de hasta 16 variantes climáticas según el Sistema Köppen-García.

El clima de mayor predominancia es el A(C)(w<sub>0</sub>), el cual está implicado en el área de influencia del proyecto, junto con los climas (A)Ca(w<sub>0</sub>)(w) y el (A)w<sub>0</sub>(w).

Calidad del aire

La baja o nula densidad poblacional y el hecho de que no existe actividad humana, ni vías de comunicación de ninguna índole, hace que la calidad del aire en el área sea buena.

Agua:

La disponibilidad del recurso hídrico está íntimamente ligada a los aportes de agua del Río Moctezuma y sus afluentes, el agua subterránea es escasa y de dudosa calidad.

El principal aporte de agua a la zona llega por el Río Moctezuma, el cual se encuentra posiblemente contaminado, debido a las descargas de la ZMVM, además de presentar variaciones diarias importantes en su caudal y nivel como consecuencia de la regulación que se realiza en la Presa Zimapán, donde el agua es utilizada para la generación de energía. Estas variaciones en el caudal causan inconvenientes y riesgos a la población. Otro aporte con niveles de contaminación lo realizan otros afluentes que cruzan áreas pobladas.

Por lo que respecta a la disponibilidad de agua proveniente de manantiales y pozos profundos, estos son escasos, considerando que una de sus principales limitantes para el aprovechamiento de éstos, es que se encuentran posiblemente contaminados, aunado a que los volúmenes disponibles son pocos, sin embargo estos manantiales y pozos son la principal fuente de suministro de agua para los pocos pobladores de la zona.

#### Geología y geomorfología

El área de estudio corresponde a un cañón, en el cual el relieve es muy abrupto y por lo tanto presenta pendientes muy pronunciadas, lo cual hace que la zona sea poco accesible, lo que se refleja en la ausencia de vías de comunicación.

Un aspecto, aunque limitado a pequeñas áreas, pero que se deben considerar para el desarrollo de las obras del proyecto y la posible instalación de infraestructura para el aprovechamiento futuro del embalse, es el posible desprendimiento de materiales rocosos en algunas zonas.

Las pendientes pronunciadas hacen que en algunas áreas se presenten condiciones escénicas de alta calidad, aunque, por la ausencia de vías de comunicación y la baja densidad población, no se consideran como elementos de gran relevancia.

#### Suelo

La mayor parte de los suelos cuentan con una baja capacidad agrológica, debido a que éstos son someros, con pendientes pronunciadas, alta pedregosidad y lo que es más importante, no son mecanizables, por lo que en su mayoría no son utilizados. Desde el punto de vista agrológico los suelos se ubican en general como de Clase VII- VIII (forestal y vida silvestre respectivamente), por estas razones se considera que su vocación es para la conservación. Estas condiciones propician una fragilidad alta de estos suelos, por lo que para su protección es necesario conservar la cubierta vegetal natural.

#### Calidad Escénica

Los rasgos morfológicos dominantes en el área de estudio del medio físico y natural es de forma tridimensional, con una serie de cañones, donde el desnivel entre el fondo de la barranca y las montañas circundantes, es de 700 m y en algunos sitios hasta de 1 500 m. La vegetación se compone básicamente por especies arbóreas y herbáceas, principalmente gramíneas; también se encuentran cultivos multianuales, como agave, y cultivos perennes como huertas de ciruelos y mango. El paisaje brinda vistas espectaculares para los visitantes, debido a su formación de cañones. En general la cubierta vegetal presenta poco contraste espacial ya que en la estación de secas predomina el gris y en la de lluvias el verde. La mayor parte de los suelos cuentan con una baja capacidad agrológica,

debido a que éstos son someros, con pendientes pronunciadas, alta pedregosidad.

#### **IV.2.4.1.2 Medio biótico**

Vegetación y fauna.

La mayor parte de la superficie del sistema ambiental se encuentra cubierta por la vegetación nativa, en particular de Selva Baja Caducifolia, en las partes bajas, sin embargo para la realización del camino los tipos de vegetación que pertenecen al sistema ambiental regional (SAR), se pueden mostrar en los anexos de planos en “Planos de Vegetación”.

Esta vegetación se ha conservado principalmente por la inaccesibilidad de las zonas donde se distribuye. En las zonas más planas, en especial cercanas a las cimas de los cerros, la vegetación ha sido eliminada para aprovechamiento fundamentalmente pecuario.

En los cañones de los Ríos Moctezuma, Extoraz y sus afluentes se encuentran áreas donde la vegetación presenta un alto grado de conservación. También existen especies que se encuentran bajo estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, aunque prácticamente todas ellas presentan una distribución en casi todo el sistema ambiental y se extienden a lo largo del cañón del Río Moctezuma más allá del área en estudio, tanto aguas arriba como aguas abajo, siendo su abundancia, en general, alta.

La fauna local se encuentra ligada a la vegetación, ya que ésta provee de sitios de reproducción, alimentación y refugio. Al igual que en la vegetación, se detectó la presencia de especies que se encuentran bajo estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001.

La característica relevante del cañón del Río Moctezuma es que se trata de un corredor biológico a través del cual se puede dar el movimiento de organismos desde la planicie costera hasta la parte alta de la cuenca.

#### **IV.2.4.1.3 Medio socioeconómico.**

La densidad poblacional es nula en 16 kilómetros a la redonda donde se pretende realizar el proyecto, en sistema ambiental regional (SAR), es de baja densidad, por lo que se presenta poca intervención de las actividades antrópicas.

Como se ha indicado, lo anterior es consecuencia de la existencia de un clima poco confortable y la ausencia de condiciones propicias para el desarrollo de actividades productivas, que también ha ocasionado que sea un área inaccesible e incomunicada. Por lo anterior, no existen asentamientos, exceptuando las partes altas y planas, siendo dispersos y de baja densidad poblacional, además de haberse favorecido la emigración de la población.

Las actividades económicas predominantes son del sector primario, las cuales se realizan bajo condiciones desfavorables lo que provoca bajos rendimientos. Los cultivos que se llevan a cabo con fines de autoconsumo son los básicos, como maíz y frijol. La siembra se produce bajo el sistema de “coamil”, para lo cual se realiza el desmonte de un área, aplicando el sistema de “roza-tumba-quema”, después de realizada la cosecha se abandona esta área y se utiliza una nueva en el siguiente ciclo de siembra.

Estas prácticas, asociadas a pendientes pronunciadas y suelos frágiles, conducen a un empobrecimiento de la vegetación natural y con ello la pérdida del hábitat de la fauna del lugar.

Por lo que respecta al ganadería, ésta se realiza de forma extensiva, solamente en las partes altas de los cañones, existiendo algunas praderas con especies introducidas, con un potencial forrajero mayor al de las especies nativas; cabe mencionar que en las áreas con vegetación nativa que en su mayor parte corresponde a una Selva Baja Caducifolia y Bosques (Encino y Pino), y que presentan condiciones topográficas mas regulares, también son utilizadas como agostadero. El producto de esta actividad es ganado en pie, el cual se envía a sitios con un sistema estabulado en donde se finaliza su engorda y se manda a los canales comerciales de las cabeceras municipales o zonas urbanas de mayor tamaño.

La pesca no se realiza por la inaccesibilidad a la rivera del río, de manera que no existen datos al respecto.

La actividad forestal no presenta un potencial considerable debido a que la mayor parte de las especies se consideran como de poco o bajo valor forestal, la explotación de éstas se utiliza para postes, carbón y combustible (leña), entre otras.

#### **IV.2.4.2 *Funcionamiento del sistema ambiental regional.***

En los párrafos antecedentes se ha explicado cuales son las características relevantes del sistema ambiental y social donde se desarrollará el PH Santa Clara; sin embargo, para entender el funcionamiento del ecosistema, a continuación se realiza el análisis de las relaciones principales y determinantes del sistema.

##### **IV.2.4.2.1 *Subsistema terrestre***

Ya se ha indicado la alta energía del relieve (fuertes pendientes) que se encuentran en casi todos los cañones de los ríos que se ubican en el sistema ambiental. Esta situación no favorece el desarrollo de suelos profundos aptos para el aprovechamiento agrícola. Debido a la fuerte pendiente, el arrastre de sedimentos por erosión hídrica puede ser considerable; éstos son transportados hacia los cauces de los ríos; lo que, como ya se mencionó, es particularmente importante en la cuenca del Río

Extóraz, ya que representa el principal aporte de sedimentos al Río Moctezuma en el área de interés. Las fuertes pendientes, aunado a la ausencia de estructuras o actividades humanas relevantes (debido al aislamiento de la zona), dan origen a paisajes de un alto valor escénico.

En resumen, el ecosistema terrestre presenta condiciones de conservación bastante buenas, aunque por las condiciones del relieve y climáticas, puede ser considerado como frágil, la poca presencia humana y la inaccesibilidad de los terrenos aunado a la falta de comunicaciones, se puede pensar que no es muy vulnerable. En la actualidad en el sistema terrestre predominan los procesos naturales, aunque a diferencia del sistema acuático, las actividades humanas que afectan al sistema se producen *"in situ"*.

#### **IV.2.4.2.2 Componentes relevantes**

En principio, todos los componentes del sistema son relevantes para su funcionamiento, pero es necesario establecer cuáles son los determinantes en su comportamiento.

En la parte terrestre son el relieve y el clima los elementos determinantes del tipo de suelo, vegetación y fauna, además del aprovechamiento agropecuario y forestal que se puede tener de los terrenos y por lo tanto del crecimiento económico y la dinámica poblacional.

La topografía irregular con pendientes pronunciadas predominantes propician la poca disponibilidad de terrenos para la agricultura y ganadería, así que en términos generales el área se considera con vocación forestal.

La climatología regional señala una temporada de lluvias muy localizada entre los meses de junio y octubre, que predispone un período de crecimiento para practicar agricultura, que va de 95 a 130 días, aunque en el área donde se pretende realizar la obra, oscila entre 95 y 115 días. Por tanto la calidad ambiental regional desde el punto de vista climático se considera en términos generales de baja a media.

#### **IV.2.4.3 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.**

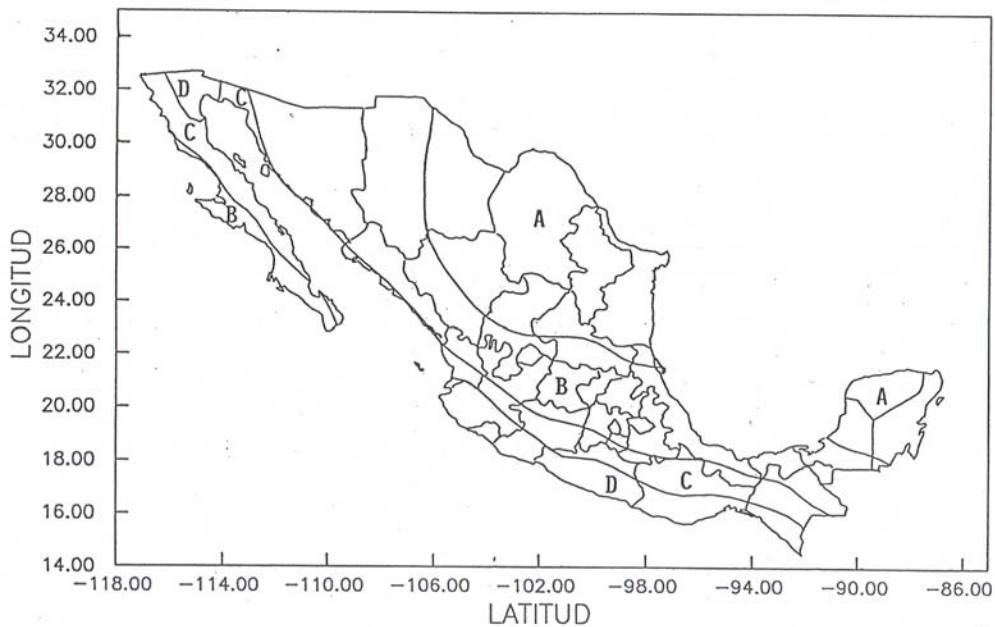
##### **Medio Físico**

En lo que respecta al clima, de las variantes climáticas presentes en la región, el (A)w<sub>0</sub>(w) es el clima que se considera con mayor vulnerabilidad, ya que es el más seco de los subhúmedos y constituye un clima que potencialmente puede convertirse en un ambiente semiseco, dependiendo de los procesos de degradación ambiental presentes. Sin embargo, la región no se considera una zona con procesos significativos de degradación.

Para analizar el sitio en estudio en la etapa sin proyecto, en el tema

geológico, se consideraron los sismos regionales de baja magnitud cercanos al proyecto, que pudiesen provocar algún movimiento de masas en el área donde se va a construir la obra, durante un período de tiempo determinado para la recurrencia de eventos sísmicos históricos en el área ya que la zona se considera asísmica.

El Noreste de México se ha considerado como una zona asísmica. La principal regionalización sísmica de la República Mexicana dice que el Noreste de México pertenece a la zona A (zona A: en esta región no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores). Sin embargo estudios recientes demuestran que hay evidencia reciente e histórica de actividad sísmica<sup>123</sup>. Por lo que, esta porción del país se puede definir como una región con baja sismicidad y ausencia de registros de terremotos.



### 1. **Figura 27 Regionalización sísmica de la República Mexicana**

Los grandes terremotos intraplaca (o al interior de los continentes), en regiones tectónicamente estables son raros comparados con aquellos originados en los límites de placa. Sin embargo, estos sismos ocasionalmente pueden ser extremadamente devastadores debido a que las obras civiles y ciudades localizadas en estas regiones son construidas sin tomar en cuenta criterios de diseño sísmicos. Ejemplos de estos sismos, expresados en magnitud de momento sísmico  $M_w$ , son: Killari (Latur), India (1994,  $M_w = 6.2$ ), Bhuj (Gujarat), India (1994,  $M_w = 7.7$ ) y los eventos de 1811 – 1812 en la zona de Nuevo Madrid (parte central de Estados Unidos de América).

En el Noreste de México se han reportado un total de 146 eventos, dentro

del periodo 1787 – 2004, de los cuales los sismos de Bavispe, Sonora ( $M_w = 7.4$ ), Parral, Chihuahua ( $M_w = 6.5$ ), Valentine, Texas de 1931 ( $M_w = 6.4$ ) y recientemente, el sismo del 14 de abril de 1995, en la región suroeste de Texas ( $M_w = 5.7$ ), representan los mayores sismos ocurridos en la región.

Las localizaciones epicentrales de estos eventos y los tres principales rasgos estructurales (lineamientos y fallas corticales con direcciones Norte – Noroeste) que han sido identificadas o postuladas para el Noreste de México.

Falla La Babia (incluye el lineamiento Sabinas – Boquillas y la falla Sabinas) la cual cruza el Norte de Coahuila.

En la parte central de Coahuila, esta definida la falla de San Marcos o el lineamiento Sierra Mojada – China (existen dos lineamientos relacionados con esta falla, el lineamiento Caltam y la falla de Monclova).

Algunos autores han propuesto que estas fallas han presentado varios periodos de activación a través del tiempo, desde el período Jurásico hasta el Terciario, incluyendo el Cuaternario, donde se ha observado que la orientación de los esfuerzos horizontales máximos en esta región es paralela a la dirección de los esfuerzos presentes en el *rift*, o sea en el hundimiento del terreno debido a la presencia de fallas de desplazamiento normal: el Río Grande y las fallas de edad cuaternaria localizadas al oeste de Texas y noreste de Chihuahua. Por lo que, la dirección del campo de esfuerzo horizontal mínimo actual en la corteza terrestre es en dirección Nor-Noroeste - Sur-Sureste (NNW-SSE, las mediciones en el Noreste de México incluyen datos de las fallas La Babia y San Marcos), favoreciendo la reactivación de estas fallas con un componente de extensión.

Se ha mencionado que la sismicidad presente en esta región, obtenida a partir de catálogos sísmicos nacionales e internacionales, puede estar relacionada con los sistemas de fallas antes descrito, el 6 de abril de 2004, un sismo de magnitud 3.9 (SSN) se sintió en las localidades de Montemorelos, General Terán, allende y China localidades ubicadas en la parte central del estado de Nuevo León. En Montemorelos se reportaron fracturas en casas habitación.

La unidad ambiental para el componente de hidrología subterránea es la o las cuenca(s) de aportación subterránea(s) en que se encontraría el vaso de la presa y su área de influencia, además del territorio de influencia hidrogeológica del municipio de Pacula. No se establecieron evaluaciones de los potenciales efectos indirectos de la recarga y flujo de agua subterránea a nivel más regional por el volumen limitado de las cuencas subterráneas, controladas por estructuras geológicas y un elevado relieve relativo del paisaje. El nivel de base de erosión fluvial coincide con la zona de descarga regional topográficamente más baja: el cauce del Río Moctezuma. Las cuencas subterráneas que no descargan dentro del territorio del paisaje controlado por el nivel del Moctezuma, no presentan influencia ni efectos indirectos sobre ni desde el proyecto.

Como fines de nomenclatura, la Unidad Ambiental de hidrología



subterránea se llamará en lo sucesivo cuenca geohidrológica.

Esta cuenca geohidrológica abarca tres acuíferos delimitados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), dos de ellos pertenecen a Querétaro y otro a Hidalgo. Debido a que no hay suficiente información preliminar acerca de las dimensiones de dichas cuencas, se consideraron como relevantes para su estudio y delimitación aquellos cuerpos de agua superficial que mostraran cambios significativos con la presencia del proyecto. Estos cambios se refieren a su uso actual y potencial, accesibilidad, calidad, competencia por el recurso, transmisibilidad relativa, relación hidráulica con cuerpos de agua superficiales y función ecosistémica de la descarga.

Como Unidades Ambientales, se están considerando las Asociaciones de las unidades de Suelos identificadas como resultado de los análisis morfológicos y de los análisis de laboratorio, que como se ha descrito en el apartado de Descripción de la Unidades de Suelos

Para las unidades las características y/o propiedades del suelo (variables) mencionadas con antelación, determinan la vocación o preferencia de uso. Es decir, en base a esas características y/o propiedades, se concluye qué uso es más conveniente para el suelo o en qué uso se tiene menos riesgo de deterioro.

La percepción de los rasgos morfológicos dominantes en el área de estudio es de forma tridimensional, con una serie de cañones, donde el desnivel entre el fondo de la barranca y las montañas circundantes, es de 700 m y en algunos sitios hasta de 1 500 m; lo que ocasiona una particularidad en la Calidad Escénica del lugar.

El paisaje brinda vistas espectaculares para los posibles visitantes, debido a su formación de cañones, en cuanto al espacio dominan áreas panorámicas y encajadas que son las principales vistas observadas y tomando en cuenta que el sitio es un área común en la zona, estas vistas realzan su valor y calidad visual. La textura visual es de grano medio en las zonas cubiertas por selva y de grano fino donde existen pastizales inducidos y cultivados; así como grano grueso en la parte alta de los bosques de Pino o Encino. La cobertura de la vegetación va de baja en la época de secas a media durante las lluvias. La distribución y la regularidad de la vegetación es al azar; formando grupos más densos en condiciones de mayor humedad (cañadas). En general la cubierta vegetal presenta poco contraste espacial ya que en la estación de secas predomina el gris y en la de lluvias el verde.

#### **IV.2.5 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

Por lo que respecta a la Geomorfología cuatro décadas atrás, el nivel base de erosión se vio afectado por la presencia de la Presa Zimapán, cambiando la geomorfología del lugar en el cauce cercano a la descarga y también la zona baja del Río Moctezuma aunque en menor grado.

El relieve ha presentado pequeños cambios debido a la erosión y desgajamiento locales de laderas principalmente en las zonas más altas y de pendientes empinadas así como las provocadas por la escasa creación de caminos para comunicación y actividades mineras.

En la actualidad existe transporte de sedimentos debido al tamaño de las cuencas y desnivel relativo. Asimismo, existe remoción en masa debido a la construcción de caminos en zonas de alta pendiente.

Realizando un análisis de las imágenes, la vegetación también presenta un proceso de cambio en la región, en décadas anteriores la deforestación presentaba un avance considerable, ya que las áreas con vegetación nativa era eliminada, con el objetivo de establecer actividades productivas del sector primario, como lo es la agricultura, ganadería y minería, teniendo un auge mayor en la década de lo 90's, ya que muchos terrenos fueron deforestados para ser utilizados en la siembra de productos básicos y minería.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de las imágenes, la deforestación ha disminuido, presentando una tendiente alza a la recuperación de las selvas y bosques, esto se asume, a que las áreas rurales están siendo abandonada por los pobladores, los cuales emigran hacia centros de población que cuenten con una mejor expectativa de vida en el mejor de los casos ya que la mayor parte salen de estas áreas con rumbo al extranjero.

#### **IV.2.5.4 Construcción de escenarios futuros (sin proyecto)**

El área de estudio, ha tenido un desarrollo adecuado a la escasa presencia de actividades antropogénicas a lo largo de su historia. Si bien ha resentido el ecosistema dependiente del río por la posible presencia de contaminantes en el agua, no ha resultado demasiado afectado debido al acceso tan difícil que tiene la zona. Se ha establecido por medio de los escenarios futuros que se describirán en este apartado, las variables de cambio para la zona sin el proyecto presente.

Para que los estudios pudieran enfocar de una mejor manera los resultados y los escenarios futuros previstos, se delimitó a tres periodos básicos de tiempo. Los modelos predictivos fueron elaborados a corto plazo (de 1 a 3 años), correspondiente al proceso de realización del proyecto; a mediano plazo (de 3 a 10 años), correspondiente al período que será receptor de los efectos del funcionamiento del proyecto al 100%; y a mediano-largo plazo (de 11 años en adelante). De esta manera la calidad ambiental y la situación del sitio de estudio sin el proyecto han venido siendo evaluados de una manera más efectiva, clara y adecuada para la finalidad de este estudio.

#### **IV.2.5.4.1 Escenarios a Costo Plazo**

Actualmente las condiciones climáticas prevalecientes en el área corresponden a climas predominantemente semicálidos subhúmedos con una calidad ambiental para el desarrollo de vegetación de baja a intermedia, no se prevén modificaciones importantes de las condiciones climáticas, sin embargo a largo plazo si se podrían observar diferencias en los patrones climáticos producto de la dinámica de los procesos de cambio climático global y regional que actualmente operan en todo el país.

La zona presentaba una limitada actividad antropogénica relacionada con la explotación de acuíferos a pequeña escala por actividades mineras y mayormente relacionada a la explotación de manantiales debido al difícil acceso y la precaria economía de pequeñas comunidades o rancherías.

Con la construcción del PH Zimapán las condiciones de hidrológicas han sufrido modificaciones significativas sobre todo relacionadas con la hidrología superficial del Río Moctezuma, situación que seguramente ha modificado las condiciones locales de los acuíferos, sin embargo, debido a que no existen obras de extracción profunda (pozos de abastecimiento) estos cambios geohidrológicos no han sido, hasta la fecha, adecuadamente evaluados.

Por lo anterior, se prevé que no existirán cambios ambientales en la zona a un plazo tan corto, no existe ningún factor ambiental, sobre todo por la falta de actividades antropogénicas y que en este plazo revistan un papel fundamental de la región.

#### **IV.2.5.4.2 Escenarios a Mediano y Largo Plazo**

En estos escenarios, cambia radicalmente la conceptualización y se deslumbra un crecimiento población y así un progresivo incremento de las actividades antropogénicas en la región relacionadas con las necesidades de energía eléctrica y uso de suelo (agrícola, minero, urbano y forestal), ha sido necesario crear nuevas infraestructuras para cubrir dichas necesidades, las cuales tienden a modificar las condiciones ambientales, regionales, mismas que tendrán que ser evaluadas adecuadamente para mitigar su impacto futuro.

Sin proyecto las condiciones del acuífero tendrían menor potencial de infiltración debido a que los escurrimientos llegarían sin control al mar, con menor o nulo aprovechamiento de su carga hidrostática e infiltración.

## Escenarios geología

Geológicamente hablando la región ha sido evaluada bajo la premisa de riesgo geológico y en menor medida en relación a su potencial sísmico.

La evaluación de riesgo geológico ha demostrado la factibilidad de eventos en el área los cuales sin la presencia del proyecto no representan una amenaza para la población o sus actividades.

La evaluación de la situación imperante en los suelos ha demostrado que la mayor parte de la zona del estudio está calificada con una erosión moderada.

A la fecha no hay registros sísmicos históricos en la región, sin embargo, en los Estados de Tamaulipas y Nuevo León se han registrado sismos de baja intensidad relacionados con fallamientos corticales profundos que en otras localidades del mundo han provocado desastres de importancia, tomando en cuenta que la geología estructural del área de estudio presenta discontinuidades geológicas muy similares a las localizadas en los Estados arriba mencionados, sería importante promover la instalación de una estación sismológica digital en la zona que registrara la actividad sísmica local para proteger las obras de ingeniería hidráulica e infraestructura urbana de la zona.

Las principales manifestaciones de mineralización polimetálica en la región a lo largo del flanco occidental de la Sierra Madre Oriental, están genéticamente asociadas a cuerpos ígneos post-laramídicos de composición intermedia a félsica en forma de troncos y diques que afectan a las rocas mesozoicas desarrollando zonas de skarn con vetas y chimeneas mineralizadas de gran tamaño, como en los distritos de Zimapán y Jacala, Hidalgo y La Negra-Maconi en Querétaro, donde la mineralización económica consiste de los siguientes minerales: calcopirita, galena, esfalerita, polibasita y sulfosales de plata en ganga de cuarzo, calcita, barita, bustamita y otros. Las rocas encajonantes ordinariamente son rocas calcáreas de la Formación El Doctor y en menor proporción Soyatal (Morín, et al., 1986).

En el área de Jacala, localidad minera más cercana al PH Santa Clara, los cuerpos mineralizados se presentan como vetas burdamente tabulares, encajonadas en calizas o en el contacto de ésta roca sedimentaria con un pórfido monzonítico. En las proximidades del intrusivo la caliza se encuentra marmorizada y sumamente fracturada, pudiéndose notar reemplazamiento hidrotermal disseminado y relleno de cavidades en los respaldos de los cuerpos mineralizados.

La zona de oxidación de las vetas está controlada por la posición del nivel freático que es sumamente irregular e inestable, debido a la solubilidad y fracturamiento de la caliza.

La mineralogía está compuesta principalmente por: magnetita y hematita; como minerales secundarios existe malaquita, siderita, limonita y calcita. Las alteraciones que se presentan son: oxidación, silicificación y

propilitización.

Como se asentó en párrafos anteriores, la zona minera de Jacala es la más cercana al área del proyecto, unidad que actualmente se abastece de la red de energía eléctrica nacional y de agua por medio de pozos de abastecimiento, por lo que en apariencia sus necesidades de energía y recursos hídricos están abastecidas. A nivel más local no se han reportado evidencias de mineralización importante próxima a superficie, por lo que no se vislumbran desarrollos mineros futuros adyacentes al PH Santa Clara, por lo que sin proyecto se puede concluir que la zona permanecerá sin mayores proyectos de desarrollo importantes relacionados con la minería.

Se ha expuesto que el suelo es el resultado de la acción conjunta del factor topográfico, clima, vegetación y la roca, adicionalmente se considera también la acción humana. De éstos la cobertura vegetal y la topografía orientarán de manera significativa la evolución del recurso.

Para terminar con los escenarios futuros sin proyecto del medio físico la calidad escénica era una de las partes importantes del estudio, debido a su impacto en el aspecto social de la zona. De seguir con las mismas condiciones y actividades que actualmente se desarrollan en la zona, en un futuro se tendrá que la variación en el paisaje será mínima, existirán las mismas características escénicas.

Respecto a la variación de color que se presenta en la zona serán altamente contrastantes entre la temporada de secas y la temporada de lluvias tal como se caracteriza la Selva Baja en la actualidad; respecto a los tipos de vegetación conservaran las mismas características forestales .

Para la vegetación, la no existencia del proyecto representa una continuidad de las variables que actualmente actúan sobre la cobertura vegetal de la zona. El número de especies amenazadas, su endemidad e importancia social y comercial son escasas, lo cual a su amplia distribución en el área de estudio del medio físico y natural genera que los valores de calidad ambiental de estos parámetros son bajos, como se pueden observar en las gráficas respectivas en el estudio de vegetación.

Sin embargo en cuanto a la cobertura forestal presentó un mayor índice de calidad ambiental ya que la mayor de la cubierta forestal correspondiente a la Selva Baja Caducifolia se encuentra con poca perturbación, esto obedece al aislamiento con que cuenta esta región motivada por la sensibilidad ambiental de altas temperaturas, topografía accidentada, mala calidad del agua resultando de esa manera en una escasa actividad agropecuaria y forestal.

Dado lo anterior, los escenarios a mediano y largo plazo sin proyecto se mantendrán con cambios muy pequeños ya que la tasa de deforestación que se viene dando en las últimas cuatro décadas ha sido relativamente constante, salvo en los últimos 10 años donde ha habido una ligera recuperación de la vegetación lo cual pudo ser observado a través del análisis de imágenes de satélite Landsat 1970, 1980, 1990 y 2000; estudio

realizado para otras zonas del país pero que en el caso del proyecto de Santa Clara creemos que aplicaría de la misma manera. Bajo este fenómeno el escenario a largo plazo plantea que en el caso de que no se retorne a una explotación agrícola como se venía dando en pasadas décadas el modelado de cubierta vegetal plantea una recuperación elevada del elemento Selva en la zona. El bosque aunque no presentaría recuperación si mantendría su actual cobertura en la zona con una ligera alza al largo plazo.

En el caso de la fauna, las características topográficas de la zona de estudio, la presencia de actividades antropogénicas que conlleve un cambio de uso de suelo no son muy frecuentes.

Las hipótesis que son consideradas para explicar el cambio de la población en el período de proyección son las siguientes:

- El crecimiento de la población es instante a instante por tanto el cálculo de la tasa de crecimiento se trata como un proceso continuo.
- El crecimiento de la población no es constante, por lo que su tasa de crecimiento es considerada como decreciente. Para lo cual se ajusta la proyección de la región del P.H. Santa Clara con base en los valores de la tasa de crecimiento estimados para Hidalgo y Querétaro.

IV.2.2	Medio Biótico.....	70
IV.2.2.1	Vegetación terrestre y/o acuática.....	70
IV.2.2.1.1	Metodología.....	70
IV.2.2.2	Determinación del régimen de las especies.....	71
IV.2.2.3	Clasificación de la vegetación.....	71
IV.2.2.3.1	Bosque Tropical Caducifolio.....	71
IV.2.2.3.2	Bosque de Encinos (Quercus).....	72
IV.2.2.3.3	Matorral Xerófilo.....	72
IV.2.2.3.4	Matorral Submontano.....	72
IV.2.2.3.5	Matorral Rosetófilo.....	73
IV.2.2.3.6	Vegetación de Galería.....	73
IV.2.2.3.7	Florística.....	74
IV.2.2.4	Discusión y recomendaciones.....	75
IV.2.2.5	Fauna terrestre y/o acuática.....	82
IV.2.2.5.1	Materiales y métodos.....	82
IV.2.2.5.2	RESULTADOS.....	82
IV.2.2.5.3	ANEXOS.....	85
IV.2.3	Aspectos Socioeconómicos.....	100
IV.2.3.1	Dinámica Poblacional.....	100
IV.2.3.2	Dinámica Económica 1990-2000.....	104
IV.2.3.2.1	Población Económicamente Activa en la Región.....	104
IV.2.3.2.2	Comportamiento de la Población Económicamente Activa por municipio	109
IV.2.3.2.3	Empleo y Subempleo.....	112
IV.2.3.3	Especialización en el contexto macroregional.....	116
IV.2.3.3.1	Agricultura, Ganadería, Pesca y Caza.....	116
IV.2.3.3.2	Minería.....	117
IV.2.3.3.3	Industria manufacturera.....	117
IV.2.3.3.4	Electricidad y Agua.....	118
IV.2.3.3.5	Construcción.....	118
IV.2.3.3.6	Comercio.....	119
IV.2.3.3.7	Transporte y comunicación.....	119
IV.2.3.3.8	Servicios.....	120
IV.2.3.3.9	Actividades de gobierno.....	121
IV.2.3.4	Niveles de ingreso en la región.....	122
IV.2.3.4.1	Variaciones municipales en el nivel de ingreso.....	122
IV.2.3.5	Dinámica Sociocultural, Área de Estudio.....	122
IV.2.3.5.1	Educación.....	123
IV.2.3.5.2	Índice de marginación.....	126
IV.2.3.5.3	Participación social.....	126

## IV.2.2 MEDIO BIÓTICO

### IV.2.2.1 Vegetación terrestre y/o acuática



El proyecto se realizará al Noreste de la intersección de los Ríos Extóraz y Moctezuma al Oeste de Pacula en el límite de los Estados de Querétaro e Hidalgo, cercano al límite Sur de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, la cual forma parte de la Sierra Madre Oriental. Esta Reserva presenta una gran complejidad fisiográfica con alturas que van desde los 300 hasta los 3,100 msnm, lo que propicia numerosas variantes climáticas que favorecen el establecimiento de comunidades vegetales representativas de la flora mexicana asociadas con algunas poblaciones frágiles de fauna silvestre. El área del proyecto se encuentra a más de 3 km del límite Sur de la Reserva.

El área de estudio se encuentra conformada por llanuras intermontanas y cañones, existiendo pequeños lomeríos donde se encuentran en su parte baja el Bosque Tropical Caducifolio combinado con cultivos, así como manchones de encinar y algunos sitios de matorrales, sitios cercanos a los márgenes de los ríos y a la vegetación riparia.



#### IV.2.2.1.1 Metodología

##### IV.2.2.1.1.1 Obtención de registros de flora.

La información obtenida para el presente documento tiene como fuentes principales los registros de ejemplares recolectados en la zona de estudio o en sitios cercanos. Estos se encuentran mayormente depositados en colecciones de Herbario. También se consultó todas aquellas publicaciones sobre estudios efectuados tanto en el lugar de interés, como de sitios cercanos al área de estudio.



#### IV.2.2.2 **Determinación del régimen de las especies.**

La determinación de las especies endémicas se basó en los listados de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001) para plantas. Este mismo documento fué utilizado para la determinación del Régimen de Protección de las especies.

#### IV.2.2.3 **Clasificación de la vegetación**



La clasificación de la vegetación sigue la base fisonómica florística empleada por Rzedowski (1978).

##### IV.2.2.3.1 **Bosque Tropical Caducifolio.**

Comunidad vegetal conformada por especies de árboles los cuales en la época seca del año pierden sus hojas (aprox. 6-8 meses). Son árboles cuyas copas tienden a ser más anchas que altas, horizontales y cuya ramificaciones son a partir del 1.5 m., sus cortezas en la mayoría de las veces es exfoliante, fisuradas, en muchos de los casos, lisas, así como con la presencia de espinas y otras prolongaciones de la corteza. Su floración es en la primavera y la fructificación en primavera y comienzos del verano. En el área de influencia se tiene registrado para esta comunidad una



extensión de aproximadamente 145,250 ha, de las cuales 122,445.75 ha se encuentran más o menos conservadas y se localizan en los municipios de Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Landa de Matamoros y Arroyo Seco. El resto se encuentra combinado con Matorral Xerófilo y a veces con encinar (ladera y cañadas). Las altitudes en que se desarrolla son 300 a 1,400 msnm y las especies arbóreas dominantes son: *Bursera simaruba* (chacá), *Capparis incana* (palo cenizo), *Esenbeckia berlandieri* (jopoy), *Lysiloma microphylla* (palo de arco), *Phoebe tampicensis* (laurel) y *Psidium sartorianum* (guayabillo). También se encuentran *Acacia coulteri* (guajillo), *Guazuma ulmifolia* (aquiche) y *Bursera lancifolia* (chacá).

#### IV.2.2.3.2 **Bosque de Encinos (Quercus)**



El encinar es una comunidad que se desarrolla en la región en altitudes entre los 800 y 3,100 m snm. Son árboles robustos, mayormente perennifolios, aunque algunos pocos tiran sus hojas en la época seca del año, y sobre todo, de aquellas especies que se encuentran en los ecotonos, entre la parte templada y la tropical del área. El municipio que reporta el área más extensa con este tipo de de vegetación se localiza en Pinal de

Amoles, pero también se desarrolla en los municipios de Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, Arroyo Seco y Peñamiller, siendo las especies características: *Quercus mexicana* y *Quercus castanea*, en cañadas y laderas, entre los 1,200 a 2,300 msnm. Asociado a éste tenemos algunos bosquecillos de *Juniperus*, los cuales se encuentran conformando unidades puras y más comúnmente entremezclados con el encinar. Por lo que respecta al Bosque Mixto de Pino-Encino, este tipo de vegetación se desarrolla en sitios más altos de la serranías cercanas al área de estudio.

#### IV.2.2.3.3 **Matorral Xerófilo**

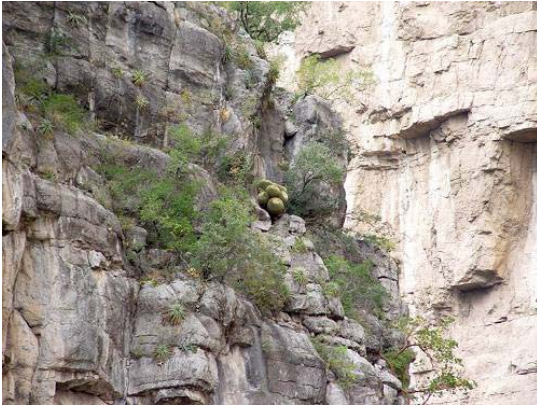


Es un conjunto de comunidades vegetales dominadas por plantas mayormente arbustivas, las cuales crecen principalmente en regiones áridas y semiáridas. En el área de estudio se localiza principalmente en las partes altas y semiplanas. En la región ocupa aproximadamente 56,419 ha. De acuerdo con su composición florística y la forma biológica de las especies dominantes, en la Reserva se encuentran los siguientes subtipos.

#### IV.2.2.3.4 **Matorral Submontano.**

Tipo de vegetación que fué descrito por Rzedowski (1965) para algunas regiones de San Luís Potosí. Se caracteriza por la predominancia de arbustos altos o de árboles bajos, de 3 a 5 m de alto, caducifolios, generalmente por un periodo breve durante la época seca del año. Presenta hojas o folíolos pequeños. Se localiza en cerros con poca elevación sobre suelos de roca caliza o reolita. Las especies más frecuentes en este tipo de vegetación pertenecen a los géneros *Acacia*, *Celtis*, *Fraxinus*, *Pistacia*, *Pseudosmodigium*, entre los más

importantes.



En la región se desarrolla entre los 800 a 2,200 msnm, en los municipios de Jalpan de Serra, Arroyo Seco y parte alta de Peñamiller. Las especies predominantes son: *Acacia angustissima* (barba de chivo), *Acacia berlandieri* (guajillo), *Acacia micrantha* (mezquitillo), *Cigarrilla mexicana* (San Pedro) y *Cordia boissieri* (trompillo), entre otras.

En los cañones de los ríos Extóraz y Moctezuma existe matorral submontano, sin embargo cambia en composición florística con frecuencia. En las cañadas profundas y de

laderas con poca pendiente, donde se conserva más humedad, el matorral es más denso y alto.

#### IV.2.2.3.5 **Matorral Rosetófilo**



Corresponde en su mayor parte con el tipo de vegetación llamado Magueyales, Lechuguillales, Guapillales (Matorral Crasirosulifolios Espinosos, de Miranda y Hernandez X., 1963). Su nombre deriva del hecho de que su fisonomía se debe a especies arbustivas o subarbustivas de hojas alargadas y angostas, agrupadas a manera de roseta. En este grupo de plantas se encuentran las de tipo arborescente, por tener un tallo bien desarrollado, como es el caso de los géneros *Yucca* (palma o izote) y *Dasyllirion* (sotol) y de

las que presentan tallos poco desarrollados, con el conjunto de hojas en forma de roseta en las bases de las plantas, como es en los géneros *Agave* (maguey y lechuguilla) y *Hechtia* (guapilla). Se localiza en áreas muy pequeñas en la cuenca del Río Extóraz en el Municipio de Peñamiller y comparte características climáticas del Matorral Micrófilo; se desarrolla entre los 1,600 y 2,200 msnm. Las especies más comunes de este matorral son: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Dasyllirion acotriche* (sotol), *Dasyllirion longissimum* (junquillo) y *Hechtia glomerata* (guapilla).



#### IV.2.2.3.6 **Vegetación de Galería**

Esta comunidad vegetal semiacuática conformada por árboles y arbustos, se desarrolla en sitios con mal drenaje, esto puede ser tanto a orillas de ríos o en áreas encharcadas. Se caracteriza porque los árboles y los arbustos son siempre verdes, sus hojas en su mayoría son

delgadas y alagadas. En algunos sitios es más frecuente la presencia de arbustos siendo más bien una comunidad riparia, en donde los árboles llegan a formar una cortina densa y cuyas ramas forman un túnel al que se le denomina Bosque de Galería. Este tipo de vegetación se presenta en las orillas de los Ríos Extóraz, Moctezuma, Jalpan y Santa María, con presencia de especies como *Platanus mexicana* (álamo), *Taxodium mucronatum* (sabino), *Salix humboldtiana*, *Salix* sp. (sauces) y *Carya illinoensis* (nogal), *Ficus* sp. *Baccharis salicifolia*, *Arundo donax* y *Prosopis laevigata*.

#### IV.2.2.3.7 Florística

Los rasgos geográficos, así como la particularidad de encontrarse en la zona de transición entre las regiones Neártica y Neotropical, permiten la existencia de un mosaico con una alta y variada diversidad de especies importantes de flora. De ahí que la riqueza de especies en el sitio sea de gran valía. Hasta el momento se encuentran representadas cuatro clases del reino vegetal, como son: Filicopsida (helechos), Pinopsida (ahuehuete), Magnoliopsida (dicotiledóneas) y Liliopsida (Monocotiledóneas).

##### IV.2.2.3.7.1 Riqueza por grupo.

Grupo	No. de Familias	No. de Géneros	No. de Especies
Filicopsida	3	5	5
Pinopsida	1	1	1
Magnoliopsida	61	166	200
Liliopsida	7	25	30

Con lo anterior se tiene en total 72 familias, 197 géneros y 239 especies (anexo 1). Magnoliopsida es el grupo mejor representado y de él sobresale Asteraceae (=Compositae) con 35 especies, seguido por las Leguminosas (=Fabaceae) con 30 especies. Euphorbiaceae y Malvaceae, son también de las familias más diversas presentando 8 especies cada una de ellas y por último, Solanaceae y Acanthaceae con 5 y 7 especies cada una.

##### IV.2.2.3.7.1.1 Protección

Sólo *Astrophytum ornatum* de la familia Cactaceae, se encuentra protegido por la NOM-059-SEMARNAT-2001, con la categoría de (A) Amenazado y es una especie endémica y *Yucca queretaroensis* con categoría (Pr) protección especial y endémica.





En la lista del CITES apéndice II, se encuentran tanto a *Mammillaria elongata* (2) y *Astrophytum ornatum* (1), como especies protegidas.



#### IV.2.2.4 *Discusión y recomendaciones*

La importancia de algunas especies radica en el uso que les dan los habitantes cercanos al área en cuestión, siendo utilizadas muchas de ellas con fines medicinales, algunas alimenticias, otras pocas con fines para la construcción, ya sea de cobertizos o para cercas.

Debido al constante deterioro del sitio con fines ganaderos y agrícolas al ser retirada la vegetación original, los suelos se ven cubiertos por una serie de especies, en su mayoría herbáceas, las cuales son denominadas malezas. Esto ha favorecido que en el área aumente el número de especies, haciendo más rico el sitio, pero a su vez, nos da información sobre su funcionalidad ecológica. El área se encuentra fragmentada principalmente hacia las partes planas y cercanas a las orillas de la barranca del Río Moctezuma. Pero no así hacia el interior de la cuenca, ya que ésta funciona como corredor biológico y en cuanto a la vegetación y la calidad del sitio, se encuentra más o menos bien conservado.

El Bosque Tropical Caducifolio y los Matorrales son los tipos de vegetación que ocupan la mayor proporción del área. En ellos se ubican la mayor cantidad de especies, siendo las dicotiledóneas (Magnoliopsida) las más numerosas y mejor representadas.

Sólo apenas el 1% de las especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001.

*Astrophytum ornatum* es una especie que corre el riesgo de desaparecer, por lo que se debe tener singular cuidado para que las poblaciones de esta especie no se vean diezmadas, al igual que la *Mammillaria elongata*, la cual aunque no corre tanto riesgo como en el caso de *Astrophytum ornatum*, se debe cuidar hacer el menos daño posible.

Existe un sinnúmero de especies malezoides que indican la perturbación de algunos lugares, ya sea por la ganadería o la agricultura. Aunque también el uso del recurso hace de gran valía la diversidad presente en el sitio.

Tabla 15. Listado Florístico

Clase	Familia	Especie	Estatus
Filicopsida			
	Adiantaceae	<i>Adiantum spp.</i>	
		<i>Cheilanthes spp.</i>	
		<i>Pteris sp.</i>	
	Blechnaceae	<i>Blechnum aff. glandulosum</i>	
	Polypodiaceae	<i>Polypodium spp.</i>	
Pinopsida	Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	árbol nacional
Magnoliopsida	Acanthaceae	<i>Beloperone brandegeana</i>	
		<i>Beloperone fragilis</i>	
		<i>Blechum brownei</i>	
		<i>Carlowrightia glandulosa</i>	
		<i>Dyschoriste decumbens</i>	
		<i>Elytraria bromoides</i>	
		<i>Elytraria imbricata</i>	
	Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	
		<i>Amaranthus spinosus</i>	
		<i>Chamissoa altissima</i>	
		<i>Gomphrena decumbens</i>	
		<i>Iresine cassiniiformis</i>	
		<i>Iresine diffusa</i>	
	Anacardiaceae	<i>Pistacia mexicana</i>	
		<i>Pseudosmodigium sp.</i>	
		<i>Rhus aff. virens</i>	
		<i>Toxicodendron radicans</i>	
	Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	
	Apocynaceae	<i>Mandevilla foliosa</i>	
		<i>Mandevilla sp.</i>	
		<i>Plumeria rubra</i>	
		<i>Prestonia mexicana</i>	
		<i>Thevetia sp.</i>	
	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	
		<i>Asclepias linaria</i>	
		<i>Gonolobus sp.</i>	
		<i>Matelea sp.</i>	
		<i>Sarcostemma cynanchoides</i>	
	Asteraceae	<i>Acourtia sp.</i>	
		<i>Ageratum corymbosum</i>	
		<i>Artemisa ludoviciana</i>	
		<i>Aster spinosus</i>	
		<i>Baccharis salicifolia</i>	
		<i>Baccharis sp.</i>	
		<i>Bidens odorata</i>	
		<i>Bidens sp.</i>	
		<i>Brickellia sp.</i>	
		<i>Calea aff. scabra</i>	

		<i>Calea urticifolia</i>	
		<i>Cirsium horridulum</i>	
		<i>Coniza canadensis</i>	
		<i>Coniza sp.</i>	
		<i>Cosmos sulfureus</i>	
		<i>Dahlia coccinea</i>	
		<i>Dahlia sp.</i>	
		<i>Dyssodia porophyllum</i>	
		<i>Elephantopus sp.</i>	
		<i>Eupatorium spp.</i>	
		<i>Heterotheca sp.</i>	
		<i>Melampodium divaricatum</i>	
		<i>Parthenium sp.</i>	
		<i>Perityle microglossa</i>	
		<i>Piqueria triflora</i>	
		<i>Pluchea sp.</i>	
		<i>Porophyllum ruderale</i>	
		<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	
		<i>Pseudognaphalium sp.</i>	
		<i>Senecio sp.</i>	
		<i>Stevia spp.</i>	
		<i>Tagetes sp.</i>	
		<i>Verbesina sp.</i>	
		<i>Vernonia sp.</i>	
		<i>Zinnia peruviana</i>	
	Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>	
	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	
	Bombacaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	
	Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i>	
		<i>Heliotropium aff. calcicola</i>	
		<i>Heliotropium procumbens</i>	
		<i>Tournefortia hirsutissima</i>	
	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	
		<i>Bursera lancifolia</i>	
		<i>Bursera aff. schlechtendalii</i>	
		<i>Bursera sp.</i>	
	Cactaceae	<i>Astrophytum ornatum</i>	
		<i>Dolichotele (Mammillaria) longimama</i>	
		<i>Mammillaria elongata</i>	
		<i>Mammillaria sp.</i>	
		<i>Stenocatus spectabilis</i>	
		<i>Stenocereus marginatus</i>	
	Campanulaceae	<i>Diastatea micrantha</i>	
		<i>Lobelia sp.</i>	
	Caryophyllaceae	<i>Drymaria gracilis</i>	
		<i>Stellaria sp.</i>	
	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium graveolens</i>	
	Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	

	Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	
		<i>Evolvulus alsinoides</i>	
		<i>Ipomoea purpurea</i>	
		<i>Ipomoea spp.</i>	
	Crassulaceae	<i>Echeveria humilis</i>	
	Cucurbitaceae	<i>Curcubita argyrosperma</i>	
		<i>Cyclanthera sp.</i>	
		<i>Melothria sp.</i>	
	Euphorbiaceae	<i>Acalypha phleoides</i>	
		<i>Chamaesyce berteriana</i>	
		<i>Croton ciliatum-glanduliferum</i>	
		<i>Croton sp.</i>	
		<i>Euphorbia dentata</i>	
		<i>Euphorbia heterophylla</i>	
		<i>Euphorbia sp.</i>	
		<i>Jatropha dioica</i>	
		<i>Ricinus communis</i>	
	Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i>	
		<i>Acacia farnesiana</i>	
		<i>Acacia reniformis</i>	
		<i>Acacia sororia</i>	
		<i>Brongniartia sp.</i>	
		<i>Canavalia villosa</i>	
		<i>Chamaecrista sp.</i>	
		<i>Cologania sp.</i>	
		<i>Coursetia glandulosa</i>	
		<i>Crotalaria pumila</i>	
		<i>Dalea sp.</i>	
		<i>Desmodium neomexicanum</i> aff.	
		<i>Desmodium sp.</i>	
		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	
		<i>Indigofera sp.</i>	
		<i>Leucaena sp.</i>	
		<i>Lysiloma acapulcensis</i>	
		<i>Lysiloma aff. microphyllum</i>	
		<i>Macroptilum atropurpureum</i>	
		<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	
		<i>Mimosa albida</i>	
		<i>Mimosa biuncifera</i>	
		<i>Mimosa sp.</i>	
		<i>Nissolia fruticosa</i>	
		<i>Phaseolus sp.</i>	
		<i>Pithecellobium dulce</i>	
		<i>Pithecellobium sp.</i>	
		<i>Prosopis laevigata</i>	
		<i>Rhynchosia sp.</i>	
		<i>Senna spp.</i>	
		<i>Zapoteca sp.</i>	



	Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	
	Flacourtiaceae	<i>Casearia sp.</i>	
	Gesneriaceae	<i>Achimenes sp.</i>	
	Hippocrateaceae	<i>Hippocratea celestroides</i>	
	Hydrophyllaceae	<i>Hidrolea spinosa</i>	
		<i>Wigandia urens</i>	
	Juglandaceae	<i>Carya illinoensis</i>	
	Krameriaceae	<i>Krameria sp.</i>	
	Lamiaceae	<i>Hyptis albida</i>	
		<i>Hyptis sp.</i>	
		<i>Leonotis nepetiifolia</i>	
	Loasaceae	<i>Salvia spp.</i>	
		<i>Gronovia scandens</i>	
	Loganiaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	
		<i>Buddleja parviflora</i>	
		<i>Buddleja sessiliflora</i>	
	Loranthaceae	<i>Spigelia sp.</i>	
		<i>Phoradendron brachystachyum</i>	
		<i>Phoradendron sp.</i>	
	Lythraceae	<i>Psittacanthus calyculatus</i>	
		<i>Cuphea sp.</i>	
	Malpighiaceae	<i>Heimia salicifolia</i>	
		<i>Galphimia glauca</i>	
		<i>Gaudichaudia cynachoides</i>	
	Malvaceae	<i>Abutilon abutiloides</i>	
		<i>Abutilon trisulcatum</i>	
		<i>Anoda cristata</i>	
		<i>Anoda sp.</i>	
		<i>Herissantia crispa</i>	
		<i>Sida aff. Abutilifolia</i>	
	Meliaceae	<i>Sida acuta</i>	
		<i>Sida rhombifolia</i>	
	Moraceae	<i>Trichilia sp.</i>	
	Myrtaceae	<i>Ficus sp.</i>	
	Nyctaginaceae	<i>Psidium guajava</i>	
		<i>Boerhavia coccinea</i>	
	Oleaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	
		<i>Foresteria sp.</i>	
	Onagraceae	<i>Fraxinus spp.</i>	
		<i>Lopezia racemosa</i>	
		<i>Ludwigia peploides</i>	
	Opiliaceae	<i>Oenothera rosea</i>	
		<i>Agonandra obtusifolia</i>	
	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
	Papaveraceae	<i>Argemone sp.</i>	
	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca sp.</i>	
	Platanaceae	<i>Platanus mexicana</i>	
	Polemoniaceae	<i>Loeselia ciliate</i>	

	Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	
	Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i>	
		<i>Talinum sp.</i>	
	Rhamnaceae	<i>Karwiskia humboltiana</i>	
	Rubiaceae	<i>Bouyeria sp.</i>	
		<i>Bouvardia aff. scabrida</i>	
		<i>Galium sp.</i>	
	Rutaceae	<i>Casimiroa sp.</i>	
		<i>Zanthoxylum sp.</i>	
	Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	
		<i>Salix taxifolia</i>	
	Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	
	Scrophulariaceae	<i>Castilleja arvensis</i>	
		<i>Russelia sp.</i>	
	Solanaceae	<i>Datura aff. Stramonium</i>	
		<i>Nicotiana glauca</i>	
		<i>Physalis sp.</i>	
		<i>Solanum americanum</i>	
		<i>Solanum sp.</i>	
	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
		<i>Melochia pyramidata</i>	
		<i>Waltheria americana</i>	
	Tiliaceae	<i>Helicarpus sp.</i>	
	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	
	Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i>	
LILIOPSIDA			
	Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	
		<i>Yucca queretaroensis</i>	
	Bromeliaceae	<i>Hechtia sp.</i>	
		<i>Tillandsia recurvata</i>	
		<i>Tillandsia sp.</i>	
	Cannaceae	<i>Canna indica</i>	
	Commelinaceae	<i>Commelina spp.</i>	
		<i>Tradescantia crassifolia</i>	
	Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	
		<i>Cyperus odoratus</i>	
		<i>Cyperus spp.</i>	
	Liliaceae	<i>Allium glandulosum</i>	
		<i>Echiandia sp.</i>	
		<i>Milla biflora</i>	
		<i>Sprekelia formosissima</i>	
	Poaceae	<i>Agrostis hyemalis</i>	
		<i>Aristida adscensionis</i>	
		<i>Aristida sp.</i>	
		<i>Bouteloua cortipendula</i>	
		<i>Bouteloua sp.</i>	
		<i>Cenchrus sp.</i>	
		<i>Eleusine indica</i>	

		<i>Hyparrhenia rufa</i>	
		<i>Oplismenus sp.</i>	
		<i>Panicum sp.</i>	
		<i>Paspalum aff. conjugatum</i>	
		<i>Paspalum notatum</i>	
		<i>Rhynchelytrum repens</i>	
		<i>Setaria geniculata</i>	
		<i>Sporobolus sp.</i>	

#### **IV.2.2.5 Fauna terrestre y/o acuática**

El estudio de los elementos que componen los sistemas naturales en sitios en donde se desarrollarán ciertos tipos de obras, permite obtener información para proponer medidas e implementar acciones de mitigación de impactos negativos sobre los sistemas naturales.

El proyecto para la construcción del P.H. Santa Clara, por su naturaleza y características, demanda un minucioso análisis de los distintos aspectos que pudieran verse afectados, dentro de los que figura la fauna. El estudio de la fauna, es un aspecto fundamental en los estudios de impacto ambiental, dada la vulnerabilidad que las especies presentan a los cambios en sus hábitat, siendo en muchos de los casos este factor el responsable de su extinción.

En este marco, se centra el presente estudio, el cual se orienta a obtener información, a través de los vertebrados, que describa la estabilidad (o desequilibrio) ambiental del sitio donde se llevaran a cabo las obras de dicha presa. Junto con ello, identificar a especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2001) o internacional (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, etc.) y finalmente considerar a aquellas especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que no se encuentran en algún régimen de protección.

La obtención de la información antes citada, permitió lo siguiente:

- a) Generar un inventario de la composición de vertebrados presentes en la zona de estudio.
- b) Identificar las especies que puedan verse amenazadas.

#### **IV.2.2.5.1 Materiales y métodos**

##### **IV.2.2.5.1.1 Obtención de registros de vertebrados.**

La información obtenida para el presente documento tiene como fuentes principales los registros de ejemplares recolectados en la zona de estudio o sus cercanías y depositados en colecciones científicas y por otro lado la información de publicaciones sobre colectas efectuadas en el lugar de estudio o en sitios próximos.

Determinación del régimen de las especies.

La determinación de las especies endémicas se basó en los listados de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) para peces, anfibios y reptiles y aves. Este mismo documento fue utilizado para la determinación del Régimen de Protección de las especies.

#### **IV.2.2.5.2 RESULTADOS**

Anfibios y Reptiles.

#### Composición.

En el sitio fueron registrados 21 especies de anfibios y 54 de reptiles. Los Anfibios pertenecen a 11 géneros y 6 familias; para los reptiles encontramos representación de 34 géneros y 10 familias. Con respecto a la riqueza registrada por cada una de las familias, se puede notar Pleyhodontidae fue la que presentó el mayor número de especies entre los anfibios con cinco y Colubridae entre los reptiles. (Figura 29).

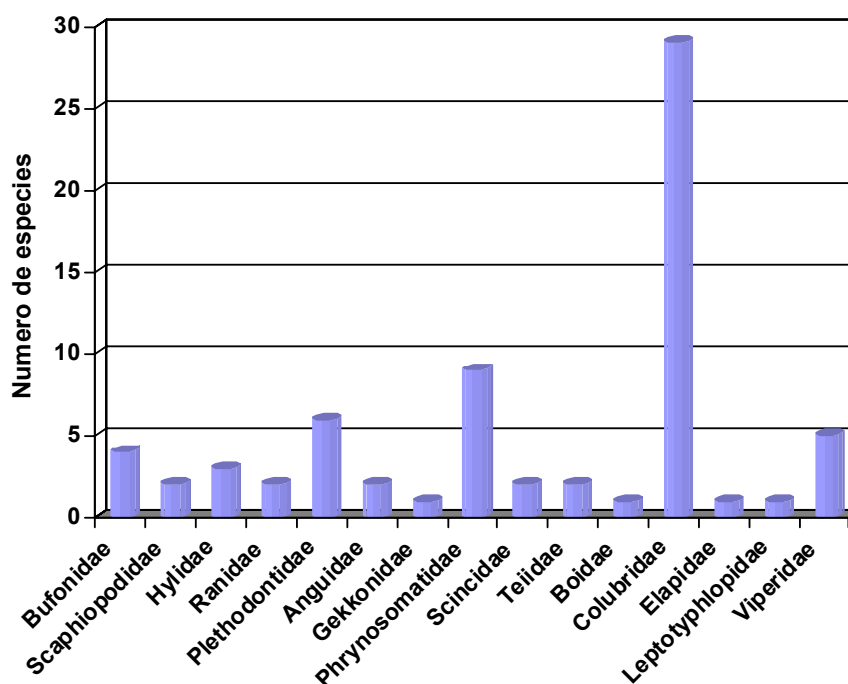


Figura 24. Numero de especies de anfibios y reptiles para cada una de las familias registradas en el zona de estudio de Santa Clara.

#### Régimen de las especies.

De la riqueza de anfibios presente en la zona 11 son especies endémicas, así como 18 de reptiles presentan esta misma condición. Por otro lado, 30 especies, entre anfibios y reptiles, presentan alguna categoría de riesgo, con base en la Norma Ecológica Mexicana, de ellas 18 están consideradas con Protección especial y 12 como Amenazadas.

En el caso de los anfibios ninguno de los registrados en el trabajo de campo, son endémicos de México ni están en la NOM-059-2001, bajo algún tipo de protección.

#### Aves.

##### Composición.

Un total de 229 especies de aves fueron registradas en la zona de estudio. Estas pertenecen a 19 órdenes y 56 familias. El orden con el mayor número de especies fue Passeriformes con 155 especies. (Figura X; ver Anexo X).

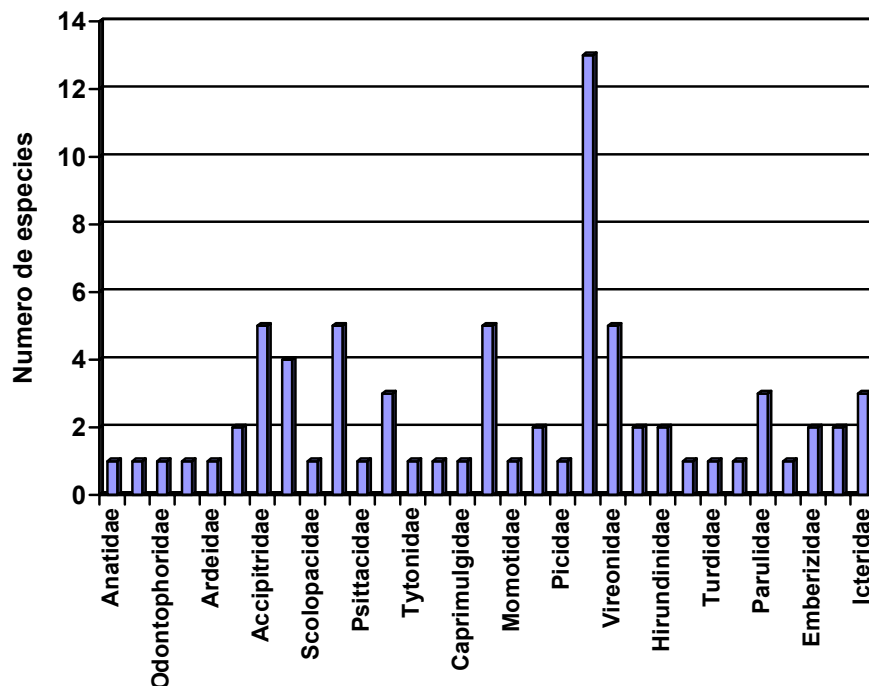


Figura 25. Numero de especies de aves por orden registradas en la zona de Santa Clara.

#### Régimen de las especies.

Del total de especies de aves registradas en la zona de estudio, siete de ellas son endémicas de México, siendo estas son *Atthis heloisa*, *Campylorhynchus gularis*, *Catharus occidentales*, *Toxostoma ocellatum*, *Melanotis caerulescens*, *Atlapetes pileatus* y *Rhodothraupis celaeno*.

Por otro lado, la NOM-059-ECOL-2001 reconoce a 24 especies de aves con algún régimen de protección, estando 18 de éstas con Protección Especial, tres amenazadas y tres en Peligro de Extinción.

#### Mamíferos.

##### Composición.

La mastofauna del área de estudio está compuesta por 79 especies, las cuales están incluidas en ocho órdenes, 19 familias y 54 géneros. Entre los órdenes registrados los mejor representados fueron Chiroptera con 36 especies, seguido por Rodentia con 22 especies y Carnivora con 11; en cambio tanto Didelphimorphia y Cingulata fueron los que mostraron la menor riqueza con solamente una especie cada uno.

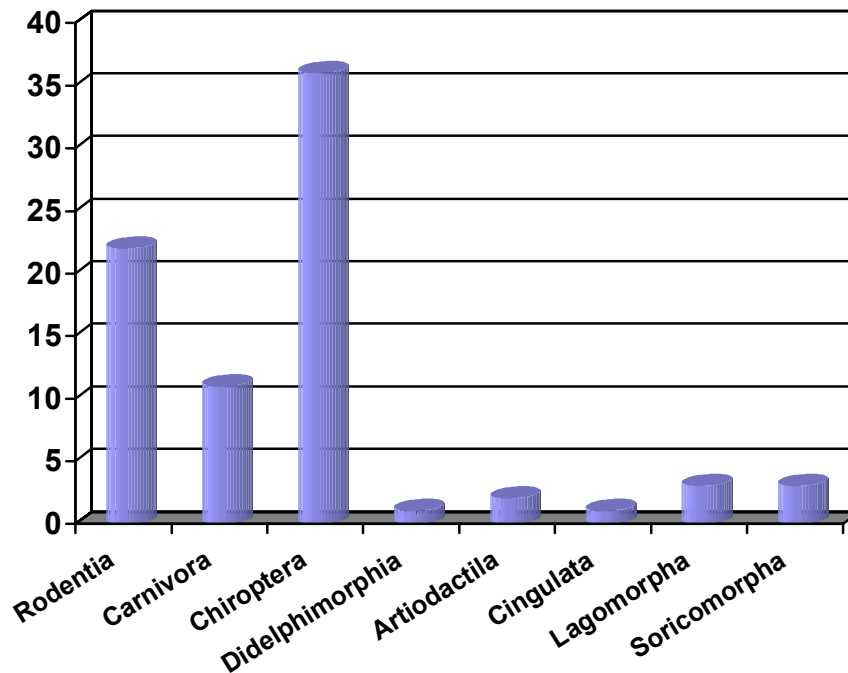


FIGURA 26. Numero de especies de mamiferos por orden registradas en la Zona de Santa Clara.

#### IV.2.2.5.3 ANEXOS

ANEXO 1. Listado sistemático de los anfibios y reptiles registrados en la zona de estudio de Santa Clara.

CLASE ANFIBIA

ORDEN ANURA

FAMILIA BUFONIDAE

Chaunus marinus (Linnaeus, 1758)  
 Cranopsis occidentalis (Camerano, 1879)  
 Anaxyrus punctatus (Baird & Girard, 1852)  
 Cranopsis valliceps (Wiegmann, 1833)

FAMILIA SCAPHIOPODIDAE

Scaphiopus couchi (Baird, 1854)  
 Scaphiopus hammondi (Baird, 1859)

FAMILIA HYLIDAE

Hyla eximia (Baird, 1854)  
 Hyla miotypanum (Cope, 1863)  
 Smilisca baudini (Dumeril & Bibron, 1841)

FAMILIA RANIDAE

Lithobates montezumae (Baird, 1854)  
 Lithobates pipiens

FAMILIA LEPTODACTYLIDAE

Syrrhophus augusti (Duges, 1876)  
 Syrrhophus decoratus (Taylor, 1942)  
 Syrrhophus longipes (Baird, 1859)

Syrrhophus verrucipes (Cope, 1885)  
ORDEN CAUDATA  
FAMILIA PLETHODONTIDAE  
Chiropterotriton chondrostega (Taylor, 1941)  
Chiropterotriton magnipes (Rabb, 1965)  
Chiropterotriton multidentatus (Taylor, 1938)  
Pseudoeurycea cephalica (Cope, 1865)  
Pseudoeurycea belli (Gray, 1850)  
Pseudoeurycea scandens (Walker, 1955)

#### CLASE REPTILIA

##### ORDEN SQUAMATA

###### FAMILIA ANGUIDAE

Barisia imbricata (Wiegmann, 1828)  
Gerrhonotus liocephalus (Wiegmann, 1828)

###### FAMILIA GEKKONIDAE

Hemidactylus frenatus (Schlegel, 1836)

###### FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE

Phrynosoma cornutum (Harlan, 1825)  
Phrynosoma modestum (Girard, 1852)  
Sceloporus aeneus (Wiegmann, 1828)  
Sceloporus grammicus (Wiegmann, 1828)  
Sceloporus jarrovi (Cope, 1875)  
Sceloporus parvus (Smith, 1934)  
Sceloporus scalaris (Wiegmann, 1828)  
Sceloporus torquatus (Wiegmann, 1828)  
Sceloporus variabilis (Wiegmann, 1834)

###### FAMILIA SCINCIDAE

Pleistidon lynxe (Wiegmann, 1834)  
Pleistidon tetragrammus (Baird, 1858)

###### FAMILIA TEIIDAE

Ameiva undulada (Wiegmann, 1834)  
Aspidocelis gularis (Baird & Girard, 1852)

###### FAMILIA BOIDAE

Boa constrictor (Linnaeus, 1758)

###### FAMILIA COLUBRIDAE

Chersodromus rubriventris (Taylor, 1949)  
Conopsis nasus (Günther, 1858)  
Drymarchon corais (Boie, 1857)  
Drymobius margaretiferus (Schlegel, 1837)  
Elaphe flavirufa (Cope, 1867)  
Elaphe guttata (Linnaeus, 1766)  
Ficimia olivacea (Gray, 1849)  
Geophis latifrontalis (Garman, 1883)  
Geophis mutitorques (Cope, 1885)  
Gyalopon canum (Cope, 1860)  
Hypsiglena torquata (Günther, 1860)  
Lampropeltis triangulum (Lacepede, 1788)  
Leptodeira septentrionalis (Kennicott, 1859)  
Mastocophis flagellum (Shaw, 1802)



Mastocophis taeniatus (Hallowell, 1852)  
 Nerodia melanogaster (Peters, 1864)  
 Oxybelis aeneus (Wagler, 1824)  
 Pituophis deppei (Dumeril, 1853)  
 Salvadora bairdi (Jan, 1860)  
 Senticolis triaspis ((Cope, 1866)  
 Sibon sartori (Cope, 1863)  
 Storeria hidalgoensis (Taylor, 1942)  
 Tantilla rubra (Cope, 1876)  
 Thamnophis cyrtopsis (Kennicott, 1860)  
 Thamnophis eques (Reuss, 1834)  
 Thamnophis scalaris (Cope, 1861)  
 Thamnophis marcianus (Baird & Girard, 1853)  
 Thamnophis sumichrasti (Cope, 1866)  
 Toluca lineata (Kennicott, 1859)  
 FAMILIA ELAPIDAE  
 Micrurus fulvius (Linnaeus, 1766)  
 FAMILIA LEPTOTYPHLOPIDAE  
 Leptotyphlops goudoti (Dumeril & Bibron, 1844)  
 FAMILIA VIPERIDAE  
 Crotalus aquilus (Klauber, 1952)  
 Crotalus atrox (Baird & Girard, 1853)  
 Crotalus durissus (Linnaeus, 1758)  
 Crotalus molossus (Baird & Girard, 1853)  
 Crotalus triseriatus (Wagler, 1830)

ANEXO 2. Listado de especies endémicas (E=Endemica de México) y con régimen de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 (A= Amenazada, Pe= Protección especial).

CLASE ANFIBIA

ORDEN ANURA

FAMILIA BUFONIDAE

Cranopsis occidentalis (Camerano, 1879) E

FAMILIA HYLIDAE

Hyla miotypanum (Cope, 1863) E

FAMILIA RANIDAE

Lithobates montezumae (Baird, 1854) E Pr

FAMILIA LEPTODACTYLIDAE

Syrrhophus decoratus (Taylor, 1942) E Pr

Syrrhophus longipes (Baird, 1859) E

Syrrhophus verrucipes (Cope, 1885) E Pr

ORDEN CAUDATA

FAMILIA PLETHODONTIDAE

Chiropterotriton chondrostega (Taylor, 1941) E Pr

Chiropterotriton magnipes (Rabb, 1965) E Pr

Chiropterotriton multidentatus (Taylor, 1938) E Pr

Pseudoeurycea cephalica (Cope, 1865) E A

Pseudoeurycea belli (Gray, 1850) E A

Pseudoeurycea scandens (Walker, 1955) E Pr

CLASE REPTILIA  
     ORDEN SQUAMATA  
         FAMILIA ANGUIDAE  
         Barisia imbricata (Wiegmann, 1828) E Pr  
         FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE  
         Sceloporus aeneus (Wiegmann, 1828) E  
         Sceloporus grammicus (Wiegmann, 1828) Pr  
         Sceloporus parvus (Smith, 1934) E  
         Sceloporus torquatus (Wiegmann, 1828) E  
         FAMILIA SCINCIDAE  
         Pleistidon lynxe (Wiegmann, 1834) E Pr  
         FAMILIA BOIDAE  
             Boa constrictor (Linnaeus, 1758) A  
         FAMILIA COLUBRIDAE  
         Chersodromus rubriventris (Taylor, 1949) E Pr  
         Conopsis nasus (Günther, 1858) E  
         Ficimia olivacea (Gray, 1849) E  
         Geophis latifrontalis (Garman, 1883) E Pr  
         Geophis mutitorques (Cope, 1885) E  
         Hypsiglena torquata (Günther, 1860) Pr  
         Lampropeltis triangulum (Lacepede, 1788) A  
         Mastocophis flagellum (Shaw, 1802) A  
         Nerodia melanogaster (Peters, 1864) E A  
         Pituophis deppei (Dumeril, 1853) E  
         Salvadora bairdi (Jan, 1860) E Pr  
         Thamnophis cyrtopsis (Kennicott, 1860) A  
         Thamnophis eques (Reuss, 1834) A  
         Thamnophis scalaris (Cope, 1861) E A  
         Thamnophis marcianus (Baird & Girard, 1853) A  
         Thamnophis sumichrasti (Cope, 1866) E A  
         Toluca lineata (Kennicott, 1859) E  
         FAMILIA ELAPIDAE  
         Micrurus fulvius (Linnaeus, 1766) Pr  
         FAMILIA VIPERIDAE  
         Crotalus aquilus (Klauber, 1952) E Pr  
         Crotalus atrox (Baird & Girard, 1853) Pr  
         Crotalus durissus (Linnaeus, 1758) Pr  
         Crotalus molossus (Baird & Girard, 1853) Pr  
         Crotalus triseriatus (Wagler, 1830) E

ANEXO 3. Listado sistemático de las aves registradas en la zona de Santa Clara.

Orden Tinamiformes  
Familia Tinamidae  
*Crypturellus cinnamomeus*  
Orden Anseriformes  
Familia Anatidae  
*Dendrocygna autumnalis*  
*Anas strepera*  
*Anas americana*  
*Anas platyrhynchos*  
*Aythya americana*  
Orden Galliformes  
Familia Cracidae  
*Ortalis vetula*  
*Penelope purpurascens*  
Orden Odontophoridae  
*Dendrortyx barbatus*  
*Callipepla squamata*  
*Colinus virginianus*  
*Dactylortyx thoracicus*  
Orden Podicipediformes  
Familia Podicipedidae  
*Tachybaptus dominicus*  
*Podilymbus podiceps*  
*Podiceps nigricollis*  
Orden Pelecaniformes  
Familia Pelecanidae  
*Pelecanus erythrorhynchos*  
Familia Phalacrocoracidae  
*Phalacrocorax brasilianus*  
Familia Anhingidae  
*Anhinga anhinga*  
Orden Ciconiiformes  
Familia Ardeidae  
*Ardea herodias*  
*Ardea alba*  
*Egretta thula*  
*Egretta caerulea*  
*Bubulcus ibis*  
*Butorides virescens*  
*Nycticorax nycticorax*  
Familia Threskiornithidae  
*Plegadis chihi*  
Familia Ciconiidae  
*Mycteria americana*  
Familia Cathartidae  
*Coragyps atratus*  
*Cathartes aura*  
Orden Falconiformes  
Familia Accipitridae

Pandion haliaetus  
Elanus leucurus  
Circus cyaneus  
Accipiter striatus  
Accipiter cooperii  
Parabuteo unicinctus  
Buteo magnirostris  
Buteo lineatus  
Buteo platypterus  
Buteo brachyurus  
Buteo swainsoni  
Buteo albicaudatus  
Buteo albonotatus  
Buteo jamaicensis  
Familia Falconidae  
Micrastur semitorquatus  
Caracara cheriway  
Herpetotheres cachinnans  
Falco sparverius  
Falco ruficularis  
Falco peregrinus  
Orden Gruiformes  
Familia Rallidae  
Fulica americana  
Orden Caradriformes  
Familia Charadriidae  
Charadrius vociferus  
Familia Scolopacidae  
Actitis macularius  
Calidris minutilla  
Calidris bairdii  
Phalaropus tricolor  
Orden Columbiformes  
Familia Columbidae  
Columba livia  
Patagioenas fasciata  
Zenaida asiatica  
Zenaida macroura  
Columbina inca  
Columbina passerina  
Columbina talpacoti  
Leptotila verreauxi  
Geotrygon montana  
Orden Psittaciformes  
Familia Psittacidae  
Aratinga holochlora  
Pionus senilis  
Amazona viridigenalis  
Amazona autumnalis  
Orden Cuculiformes  
Familia Cuculidae

Piaya cayana  
Coccyzus erythrophthalmus  
Geococcyx californianus  
Crotophaga sulcirostris  
Orden Strigiformes  
Familia Tytonidae  
Tyto alba  
Familia Strigidae  
Otus flammeolus  
Megascops trichopsis  
Megascops guatemalae  
Glaucidium brasilianum  
Athene cunicularia  
Ciccaba virgata  
Aegolius acadicus  
Orden Caprimulgiformes  
Familia Caprimulgidae  
Chordeiles acutipennis  
Nyctidromus albicollis  
Caprimulgus vociferus  
Orden Apodiformes  
Familia Apodidae  
Streptoprocne zonaris  
Chaetura vauxi  
Aeronautes saxatalis  
Familia Trochilidae  
Colibri thalassinus  
Chlorostilbon canivetii  
Cynanthus latirostris  
Hylocharis leucotis  
Amazilia yucatanensis  
Lampornis amethystinus  
Lampornis clemenciae  
Eugenes fulgens  
Archilochus colubris  
Archilochus alexandri  
Atthis heloisa  
Selasphorus platycercus  
Selasphorus rufus  
Orden Trogoniformes  
Familia Trogonidae  
Trogon mexicanus  
Trogon elegans  
Orden Coraciiformes  
Familia Momotidae  
Momotus momota  
Familia Alcedinidae  
Ceryle torquatus  
Ceryle alcyon  
Chloroceryle amazona  
Chloroceryle americana

Orden Piciformes  
Familia Ramphastidae  
Aulacorhynchus prasinus  
Familia Picidae  
Melanerpes formicivorus  
Melanerpes aurifrons  
Sphyrapicus varius  
Picoides scalaris  
Picoides villosus  
Colaptes auratus  
Dryocopus lineatus  
Campephilus guatemalensis  
Orden Passeriformes  
Familia Dendrocolaptidae  
Sittasomus griseicapillus  
Lepidocolaptes affinis  
Familia Thamnophilidae  
Thamnophilus doliatus  
Familia Tyrannidae  
Camptostoma imberbe  
Mitrephanes phaeocercus  
Contopus pertinax  
Contopus sordidulus  
Empidonax traillii  
Empidonax minimus  
Empidonax hammondii  
Empidonax occidentalis  
Sayornis nigricans  
Sayornis phoebe  
Sayornis saya  
Pyrocephalus rubinus  
Myiarchus tuberculifer  
Myiarchus cinerascens  
Myiarchus nuttingi  
Pitangus sulphuratus  
Megarynchus pitangua  
Myiozetetes similis  
Myiodynastes luteiventris  
Tyrannus couchii  
Tyrannus vociferans  
Pachyramphus major  
Pachyramphus aglaiae  
Tityra semifasciata  
Familia Laniidae  
Lanius ludovicianus  
Familia Vireonidae  
Vireo solitarius  
Vireo huttoni  
Vireo gilvus  
Vireo leucophrys  
Vireo olivaceus

Vireo flavoviridis  
Vireolanius melitophrys  
Familia Corvidae  
Cyanocitta stelleri  
Cyanocorax yncas  
Cyanocorax morio  
Aphelocoma ultramarina  
Corvus cryptoleucus  
Corvus corax  
Familia Hirundinidae  
Tachycineta thalassina  
Stelgidopteryx serripennis  
Hirundo rustica  
Familia Paridae  
Baeolophus wollweberi  
Baeolophus atricristatus  
Familia Remizidae  
Auriparus flaviceps  
Familia Aegithalidae  
Psaltriparus minimus  
Familia Sittidae  
Sitta carolinensis  
Familia Troglodytidae  
Campylorhynchus gularis  
Campylorhynchus brunneicapillus  
Salpinctes obsoletus  
Catherpes mexicanus  
Thryothorus maculipectus  
Thryomanes bewickii  
Henicorhina leucophrys  
Familia Regulidae  
Regulus calendula  
Familia Sylviidae  
Polioptila caerulea  
Familia Turdidae  
Sialia sialis  
Sialia mexicana  
Myadestes occidentalis  
Catharus aurantiirostris  
Catharus occidentalis  
Catharus mexicanus  
Catharus guttatus  
Turdus grayi  
Turdus assimilis  
Turdus migratorius  
Familia Mimidae  
Dumetella carolinensis  
Mimus polyglottos  
Toxostoma longirostre  
Toxostoma ocellatum  
Toxostoma curvirostre

Melanotis caerulescens  
Familia Bombycillidae  
Bombycilla cedrorum  
Familia Ptilonotidae  
Ptilonotus cinereus  
Phainopepla nitens  
Familia Parulidae  
Vermivora ruficapilla  
Parula superciliosa  
Dendroica coronata  
Dendroica nigrescens  
Dendroica virens  
Dendroica townsendi  
Dendroica occidentalis  
Mniotilta varia  
Seiurus aurocapilla  
Geothlypis poliocephala  
Wilsonia citrina  
Wilsonia pusilla  
Myioborus pictus  
Myioborus miniatus  
Euthlypis lachrymosa  
Basileuterus rufifrons  
Basileuterus belli  
Familia Thraupida  
Chlorospingus ophthalmicus  
Habia fuscicauda  
Piranga flava  
Piranga rubra  
Piranga ludoviciana  
Piranga bidentata  
Piranga leucoptera  
Thraupis abbas  
Familia Emberizidae  
Sporophila torqueola  
Tiaris olivaceus  
Atlapetes pileatus  
Buarremon brunneinucha  
Arremonops rufivirgatus  
Pipilo chlorurus  
Pipilo erythrophthalmus  
Pipilo fuscus  
Aimophila ruficeps  
Aimophila rufescens  
Spizella passerina  
Chondestes grammacus  
Amphispiza bilineata  
Calamospiza melanocorys  
Melospiza melodia  
Melospiza lincolnii  
Zonotrichia leucophrys



Junco phaeonotus  
Familia Cardinalidae  
Saltator atriceps  
Rhodothraupis celaeno  
Cardinalis cardinalis  
Cardinalis sinuatus  
Pheucticus ludovicianus  
Pheucticus melanocephalus  
Cyanocompsa parellina  
Passerina caerulea  
Passerina cyanea  
Passerina versicolor  
Passerina ciris  
Familia Icteridae  
Agelaius phoeniceus  
Sturnella magna  
Xanthocephalus xanthocephalus  
Dives dives  
Euphagus cyanocephalus  
Quiscalus mexicanus  
Molothrus aeneus  
Molothrus ater  
Icterus wagleri  
Icterus cucullatus  
Icterus gularis  
Icterus graduacauda  
Icterus galbula  
Icterus parisorum  
Psarocolius montezuma  
Familia Fringillidae  
Euphonia affinis  
Euphonia hirundinacea  
Euphonia elegantissima  
Carpodacus mexicanus  
Carduelis notata  
Carduelis psaltria  
Coccothraustes abeillei  
Familia Passeridae  
Passer domesticus

ANEXO 4. Listado de las aves registradas en la zona de estudio de la zona de Santa Clara. Endemismos=E. NOM: PE= Protección Especial, A=Amenazada, P=En Peligro.

Orden Anseriformes  
Familia Anatidae  
Anas platyrhynchos A  
Orden Galliformes  
Familia Cracidae  
Penelope purpurascens A  
Familia Odontophoridae  
Dendrortyx barbatus Pe  
Dactylortyx thoracicus Pr  
Podicipediformes  
Podicipedidae  
Tachybaptus dominicus Pr  
Ciconiformes  
Ciconiidae  
Mycteria americana Pr  
Falconiformes  
Accipitridae  
Accipiter striatus Pr  
Accipiter cooperii Pr  
Parabuteo unicinctus Pr  
Buteo lineatus Pr  
Buteo platypterus Pr  
Buteo swainsoni Pr  
Buteo albicaudatus Pr  
Buteo albonotatus Pr  
Falconidae  
Micrastur semitorquatus Pr  
Falco peregrinus Pr  
Psittaciformes  
Psittacidae  
Aratinga holochlora A  
Pionus seniles A  
Amazona viridigenalis Pe  
Orden Apodiformes  
Familia Trochilidae  
Atthis heloisa E  
Orden Piciformes  
Familia Ramphastidae  
Aulacorhynchus prasinus Pr  
Familia Picidae  
Campephilus guatemalensis Pr  
Orden Passeriformes  
Familia Troglodytidae  
Campylorhynchus gularis E  
Familia Turdidae  
Myadestes occidentalis Pr  
Catharus occidentalis E  
Catharus mexicanus Pr

Familia Mimidae  
Toxostoma ocellatum E  
Melanotis caerulescens E  
Familia Emberizidae  
Atlapetes pileatus E  
Familia Cardinalidae  
Rhodothraupis celaeno E  
Familia Icteridae  
Psarocolius montezuma Pr

ANEXO 5. Mamíferos registrados para la zona de estudio de Santa Clara.

CLASE MAMMALIA

ORDEN DIDELPHIMORPHIA

FAMILIA DIDELPHIDAE

Didelphis virginiana

ORDEN CINGULATA

FAMILIA DASYPODIDAE

Dasyus novemcinctus

ORDEN LAGOMORPHA

FAMILIA LEPORIDAE

Sylvilagus audubonii

Sylvilagus brasiliensis

Sylvilagus floridanus

ORDEN RODENTIA

FAMILIA SCIURIDAE

Sciurus aureogaster

Sciurus oculatus

Spermophilus variegatus

FAMILIA MURIDAE

Baiomys taylori

Neotoma mexicana

Neotoma micropus

Peromyscus boylii

Peromyscus difficilis

Peromyscus furvus

Peromyscus leucopus

Peromyscus melanotis

Peromyscus mexicanus

Peromyscus pectoralis

Peromyscus truei

Reithrodontomys fulvescens

Reithrodontomys megalotis

Reithrodontomys sumichrasti

Onychomys torridus

Sigmodon hispidus

Microtus mexicanus

FAMILIA GEOMYIDAE

Liomys irroratus  
FAMÍLIA ERENTHIZONTIDAE  
Coendou mexicanus

ORDEN CARNIVORA  
FAMÍLIA FELIDAE  
Lynx rufus  
Puma concolor  
Herpailurus yagouaroundi  
Leopardus wiedii  
FAMÍLIA CANIDAE  
Urocyon cinereoargenteus  
Canis latrans  
FAMÍLIA MUSTELIDAE  
Mustela frenata  
FAMÍLIA MEPHITIDAE  
Mephitis macroura  
FAMÍLIA PROCYONIDAE  
Basariscus astutus  
Nasua narica  
Procyon lotor

ORDEN SORICOMORPHA  
FAMÍLIA SORICIDAE  
Cryptotis mexicana  
Cryptotis parva  
Sorex saussurei

ORDEN CHIROPTERA  
FAMÍLIA EMBALLONURIDAE  
Balantiopteryx plicata  
FAMÍLIA MORMOOPIDAE  
Pteronotus davyi  
Pteronotus parnellii  
Pteronotus personatus  
Mormoops megalophylla  
FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE  
Macrotus waterhousii  
Diphylla ecaudata  
Desmodus rotundus  
Glossophaga soricina  
Leptonycteris curasoae  
Leptonycteris nivalis  
Anoura geoffroyi  
Choeronycteris mexicana  
Carollia sowelli  
Sturnira lilium  
Sturnira ludovici  
Artibeus lituratus  
Dermanura azteca  
Dermanura tolteca

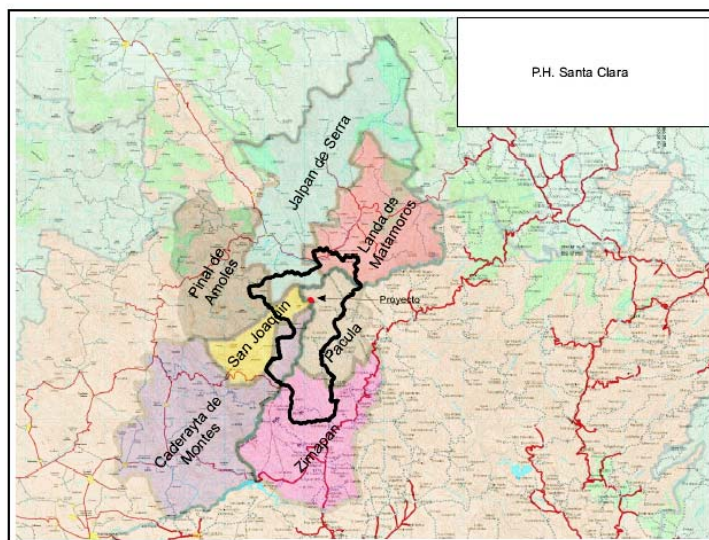
Centurio senex  
Tadarida brasiliensis  
Nyctinomops macrotis  
Eumops glaucinus  
Molossus molossus  
FAMÍLIA VESPERTILIONIDAE  
Parastrellus hesperus  
Eptesicus fuscus  
Lasiurus borealis  
Lasiurus cinerea  
Lasiurus ega  
Corynorhinus mexicanus  
Corynorhinus townsendii  
Idionycteris phyllotis  
Myotis californicus  
Myotis thysanodes  
Myotis velifer  
FAMILIA NATALIDAE  
Natalus stramineus  
  
ORDEN ARTIODACTYLA  
FAMILIA TAYASSUIDAE  
Pecari tajacu  
FAMILIA CERVIDAE  
Odocoileus virginianus

## IV.2.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

### IV.2.3.1 Dinámica Poblacional

La región de estudio del proyecto de Santa Clara, está configurada por el municipio de Jacala de Ledezma y por los municipios de Pacula y Zimapán en el Estado de Hidalgo y por los de Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, San Joaquín y Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro. Debido a que el municipio de Pinal de Amoles tiene solo una parte muy pequeña de su territorio en la zona de estudio que corresponde a una zona despoblada no se incluye en el estudio socioeconómico. El análisis que se presenta a continuación se refiere a la región integrada por estos municipios.

Mapa de Municipios del P.H. Santa Clara



La región ocupa una superficie de 5,499.50 Km<sup>2</sup>, con una población de 156,823 distribuida en 787 localidades para el año de 2005, esto de acuerdo a los datos reportados en el conteo de Población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (Véase cuadro X)

<b>Cuadro 2. Extensión territorial, tamaño de población y número de localidades por municipio y región, 2005</b>				
<i>(la cifra que se encuentra entre paréntesis corresponde a su porcentaje)</i>				
<b>Estado</b>	<b>Municipio y región</b>	<b>Extensión Territorial*</b>	<b>Población</b>	<b>Localidades</b>
<b>Querétaro</b>	Landa de Matamoros	840.10 (15.28)	18,905 (12.05)	105 (13.34)
	Jalpan de Serra	1,185.11 (21.55)	22,025 (14.04)	137 (17.41)
	San Joaquín	499.00 (9.07)	7,634 (4.87)	67 (8.51)
	Cadereyta de Montes	1,338.49 (24.34)	57,204 (36.48)	238 (30.24)
	Jacala de Ledesma	346.90 (6.31)	12,057 (7.69)	47 (5.97)
<b>Hidalgo</b>	Pacula	429.00 (7.80)	4,522 (2.88)	33 (4.19)
	Zimapán	860.90 (15.65)	34,476 (21.98)	160 (20.33)
<b>Total de la Región</b>		5,499.50 (100.00)	156,823 (100.00)	787 (100.00)

FUENTE: Elaboración propia con base al INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005, WWW.e-local.gob.mx.05/12/2006.

\*La medida corresponde a Kilómetros cuadrados.

Para realizar la manifestación del impacto ambiental del proyecto de Santa Clara, se considera hacer una descripción del sistema ambiental desde la perspectiva socioeconómica a nivel regional.

Esta parte del trabajo analiza el componente socioeconómico de la dinámica poblacional a partir del crecimiento de la población para el período 1990-2005. Se ha considerado este período por la disponibilidad de la información. Los datos de la población son provenientes del censo de población y vivienda de 1990 y del censo de población y vivienda de 2005, del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

La población de esta región para el año de 1990 era de 142, 262 personas y para el 2005 alcanzó los 156, 823 habitantes mostrando un incremento de 14,561, cifra que representa un 10.24 por ciento más con respecto al año de 1990. De este incremento los municipios que estuvieron por arriba del promedio de la región fueron; Jalpan de Serra, San Joaquín y Cadereyta de Montes, este último fue el que mostró el mayor incremento en la población.

Por el contrario los municipios que tuvieron un incremento por debajo de la media fueron; Landa de Matamoros, Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán, estos tres últimos con crecimiento negativo.

Cuadro 3. Crecimiento de la población por municipio y región, 1990-2005 (las cifras del municipio y región muestran su población de 1990, 2005 y la cifra entre paréntesis corresponde a su porcentaje de crecimiento)								
Nivel	Landa de Matamoros	Jalpan de Serra	San Joaquín	Cadereyta de Montes	Jacala de Ledesma	Pacula	Zimapán	Total de la región
Municipio	17,964	19,246	6,229	44,944	13,362	5,450	35,067	
	18,905	22,025	7,634	57,204	12,057	4,522	34,476	
	(5.24)	(14.44)	(22.56)	(27.28)	(-9.77)	(-17.03)	(-1.69)	
Región								142,262
								156,823
								(10.24)
FUENTE: Elaboración propia con base al INEGI. XI Censo general de Población y vivienda 1990 y II Conteo de Población y Vivienda 2005.								

Por otra parte, durante el período de 1990- 2005 el comportamiento de la tasa de crecimiento promedio anual de la población fue de .89 por ciento, lo cual puede decirse que tuvo un crecimiento bajo. Ahora con respecto al ritmo de crecimiento promedio anual que presentaron los municipios fue que Jalpa de Serra y San Joaquín muestran una tasa *lenta* (1.0-1.9) cuyas tasas fueron de 1.23% y 1.87%. Landa de matamoros mostró un crecimiento ligeramente inferior al de la región. Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán mostraron decremento con tasas de -0.93%, -1.68% y -0-15% respectivamente. Cadereyta de Montes por su parte, fue el municipio que presentó el crecimiento promedio más alto llegando a representar un crecimiento moderado (2.0-2.9) cuya tasa de crecimiento fue de 2.22%. (Véase cuadro 3)



**Cuadro 4 Evolución de la tasa de crecimiento promedio anual por municipio, región y sexo, 1990-2005**

(Los datos de cada municipio y de su región indican en el año x, la población del año base en términos absolutos respectivamente y su tasa de crecimiento términos porcentuales)

Estado	Municipio y región	Población Total	Población total de hombres	Población total de mujeres
		1990*-2005	1990-2005	1990-2005
Querétaro	Landa de Matamoros	18,905	8,927	9,978
		17,964	9,104	8,860
		0.47	-0.18	1.09
	Jalpan de Serra	22,025	10,489	11,536
		19,246	9,588	9,658
		1.23	0.82	1.63
	San Joaquín	7,634	3,442	4,192
		6,229	3,000	3,229
		1.87	1.26	2.40
	Cadereyta de Montes	57,204	26,698	30,506
44,944		22,165	22,779	
2.22		1.71	2.69	
Hidalgo	Jacala de Ledesma	12,057	5,632	6,425
		13,362	6,631	6,731
		-0.93	-1.47	-0.42
	Pacula	4,522	2,078	2,444
		5,450	2,733	2,717
		-1.68	-2.46	-0.96
	Zimapán	34,476	15,771	18,705
35,067		17,264	17,803	
		-0.15	-0.82	0.45
<b>Total de la Región</b>		156,823	73,037	83,786
		142,262	70,485	71,777
		0.89	0.32	1.42

FUENTE: Elaboración propia con base al INEGI. XI Censo general de Población y vivienda 1990, II Censo de Población y Vivienda 2005, ww.e-local.gob.mx.05/12/2006.

\*Los datos con color corresponden a 1990.

#### **IV.2.3.2 Dinámica Económica 1990-2000**

En este apartado se presenta el análisis de la dinámica económica de la región de estudio, formada por los municipios de Landa de Matamoros, Jalpan de la Sierra, San Joaquín y Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y, Jacala de Ledesma, Pacula y Zimapán en el Estado de Hidalgo. Este análisis se inspira en postulados de las teorías de localización de empresas y de crecimiento económico en los que se sugiere que el crecimiento de una región depende de la existencia de condiciones que facilitan la localización de empresas capaces de colocar su producción a otras regiones a precios competitivos y con la calidad que buscan los consumidores.

Desde esta perspectiva se acepta que para crear más y mejores empleos en una región es necesario contar con buena infraestructura y recursos humanos calificados, así como la existencia de arreglos institucionales y la capacidad de gobierno para facilitar la coordinación económica y el desarrollo empresarial.

##### **IV.2.3.2.1 Población Económicamente Activa en la Región**

Se puede observar que la Población Económicamente Activa (PEA) de los municipios afectados en el Estado de Querétaro presenta un aumento del uno por ciento en el periodo de 1990 y 2000. Adicionalmente, los municipios afectados del estado de Hidalgo representan aproximadamente el 2% del total de PEA en el Estado. En el caso de Querétaro la PEA aumentó de doscientas noventa y ocho mil personas en 1990 a cuatrocientos ochenta y cinco mil en el 2000. Como se muestra en el cuadro esto representa aumento del cinco por ciento entre 1990 y el 2000. Los datos anteriores muestran que en los municipios afectados tuvieron un crecimiento menor que el registrado en los demás municipios del Estado.

En el caso del Estado de Hidalgo, se observa que los municipios de la zona afectada tuvieron un crecimiento menor que el resto del Estado. Se observa que en los municipios de Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán la PEA creció de once mil novecientas personas en 1990 a catorce mil seiscientas en el 2000.

Asimismo, se puede observar en el cuadro 4 que en el periodo de 1990-2000 la región tuvo un crecimiento de PEA del uno por ciento aproximadamente, información que se ve influida por el peso de los municipios afectados del Estado de Querétaro en el periodo.

En el cuadro 4 se observa también que, en conjunto el PEA de la región de estudio pasó treinta y tres mil personas a treinta y ocho mil aproximadamente.

<b>Cuadro 5. Población Económicamente Activa (PEA) en el periodo de 1990-2000</b>			
	<b>PEA 1990</b>	<b>PEA 2000</b>	<b>Tasa de crecimiento 1990-2000</b>
<b>Querétaro</b>	298,222	485,917	5.00%
Municipios afectados Querétaro ( Landa de Matamoros, Jalpan de la Sierra, San Joaquin y Cadereyta)	21,186	23,759	1.15%
Peso de los municipios afectados en Querétaro	<b>7.10%</b>	<b>4.89%</b>	
<b>Hidalgo</b>	508,551	737,223	3.78%
Municipios afectados Hidalgo (Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán)	11,906	14,634	2.08%
Peso de los municipios afectados en Hidalgo	<b>2.34%</b>	<b>1.99%</b>	
<b>Macroregión<sup>2</sup></b>	<b>806,773</b>	<b>1,223,140</b>	<b>4.25%</b>
<b>Región de estudio<sup>3</sup></b>	<b>33,092</b>	<b>38,393</b>	<b>1.50%</b>
<b>Peso de la región de estudio en la macroregión</b>	<b>4.10%</b>	<b>3.14%</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

<sup>2</sup> La Macroregión es igual a la suma de Querétaro e Hidalgo

<sup>3</sup> La región de estudio suma los municipios afectados de Querétaro e Hidalgo.

Por otro lado, en los siguientes cuadros se puede observar el comportamiento de PEA en los tres grandes sectores de actividad. En el cuadro 5 podemos observar que la PEA en el sector primario de los municipios afectados en el Estado de Querétaro disminuyó en más de un dos por ciento, comportamiento muy similar en los municipios del Estado de Hidalgo.

Asimismo, se puede observar que existe un menor peso de la actividad primaria en el estado de Hidalgo en comparación con el Estado de Querétaro. Podemos observar que el peso de los municipios del Estado de Querétaro es de aproximadamente del diez y seis por ciento, mientras que los del Estado de Hidalgo es de casi un dos por ciento.

<b>Cuadro 6. Población Económicamente Activa (PEA) ocupada en el sector primario</b>			
	<b>PEA 1990 sector primario</b>	<b>PEA 2000 sector primario</b>	<b>Tasa de crecimiento 1990-2000</b>
<b>Querétaro</b>	51,771	41,479	-2.19%
Municipios afectados Querétaro ( Landa de Matamoros, Jalpan de la Sierra, San Joaquin y Cadereyta)	8,620	6,594	-2.64%
Peso de los municipios afectados en Querétaro	<b>16.65%</b>	<b>15.90%</b>	
<b>Hidalgo</b>	182,684	183,852	<b>0.06%</b>
Municipios afectados Hidalgo (Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán)	4,267	3,550	<b>-1.82%</b>
Peso de los municipios afectados en Hidalgo	<b>2.34%</b>	<b>1.93%</b>	
<b>Macroregión</b>	<b>234,455</b>	<b>225,331</b>	<b>-0.40%</b>
<b>Región de estudio</b>	<b>12,887</b>	<b>10,144</b>	<b>-2.36%</b>
<b>Peso de la región de estudio en la macroregión</b>	<b>5.50%</b>	<b>4.50%</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

<sup>2</sup> La Macroregión es igual a la suma de Querétaro e Hidalgo

<sup>3</sup> La región de estudio suma los municipios afectados de Querétaro e Hidalgo.

<b>Cuadro 7. Población Económicamente Activa (PEA) ocupada en el sector secundario</b>			
	<b>PEA 1990 sector primario</b>	<b>PEA 2000 sector primario</b>	<b>Tasa de crecimiento 1990-2000</b>
<b>Querétaro</b>	107,762	177,274	5.10%
Municipios afectados Querétaro ( Landa de Matamoros, Jalpan de la Sierra, San Joaquin y Cadereyta)	5,632	7,669	3.14%
Peso de los municipios afectados en Querétaro	<b>5.23%</b>	<b>4.33%</b>	
<b>Hidalgo</b>	124,505	209,332	<b>5.33%</b>
Municipios afectados Hidalgo (Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán)	3,074	4,160	<b>3.07%</b>
Peso de los municipios afectados en Hidalgo	<b>2.47%</b>	<b>1.99%</b>	
<b>Macroregión</b>	<b>232,267</b>	<b>386,606</b>	<b>5.23%</b>
<b>Región de estudio</b>	<b>8,706</b>	<b>11,829</b>	<b>3.11%</b>

<b>Peso de la región de estudio en la macroregión</b>	<b>3.75%</b>	<b>3.06%</b>	
---	--------------	--------------	--

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

<sup>2</sup> La Macroregión es igual a la suma de Querétaro e Hidalgo

<sup>3</sup> La región de estudio suma los municipios afectados de Querétaro e Hidalgo.

El cuadro 7 muestra los cambios registrados en el sector secundario donde se observa un aumento del tres por ciento en la región de estudio, pasando de ocho mil personas a once mil aproximadamente durante el periodo de 1990-2000.

<b>Cuadro 8. Población Económicamente Activa (PEA) ocupada en el sector terciario</b>			
	<b>PEA 1990 sector terciario</b>	<b>PEA 2000 sector terciario</b>	<b>Tasa de crecimiento 1990-2000</b>
<b>Querétaro</b>	120,738	244,521	7.31%
Municipios afectados Querétaro (Landa de Matamoros, Jalpan de la Sierra, San Joaquin y Cadereyta)	4,215	8,360	7.09%
Peso de los municipios afectados en Querétaro	<b>3.49%</b>	<b>3.42%</b>	
<b>Hidalgo</b>	167,712	321,091	<b>6.71%</b>
Municipios afectados Hidalgo (Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán)	3,448	6,586	<b>6.69%</b>
Peso de los municipios afectados en Hidalgo	<b>2.06%</b>	<b>2.05%</b>	
<b>Macroregión<sup>2</sup></b>	<b>288,450</b>	<b>565,612</b>	<b>6.97%</b>
<b>Región de estudio<sup>3</sup></b>	<b>7,663</b>	<b>14,946</b>	<b>6.91%</b>
<b>Peso de la región de estudio en la Macroregión</b>	<b>2.66%</b>	<b>2.64%</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

<sup>2</sup> La Macroregión es igual a la suma de Querétaro e Hidalgo

<sup>3</sup> La región de estudio suma los municipios afectados de Querétaro e Hidalgo.

En los cuadros 6,7 y 8 se puede observar que para el 2000 el sector terciario contaba con un mayor número de PEA que los sectores primario y secundario, además de que tuvo una tasa de crecimiento de casi el siete por ciento. En lo que se refiere al nivel general de economía sólo los sectores secundario y terciario registran un crecimiento a lo largo del periodo, no así el sector primario que muestra un crecimiento negativo de 1990-2000.

El sector que más crecimiento registró fue el sector terciario cuya PEA pasó de 7663 a 14946, gracias a un crecimiento de casi 7 por ciento registrado en el periodo analizado.

Por otro lado, se observa que el sector primario registra un mayor peso de la

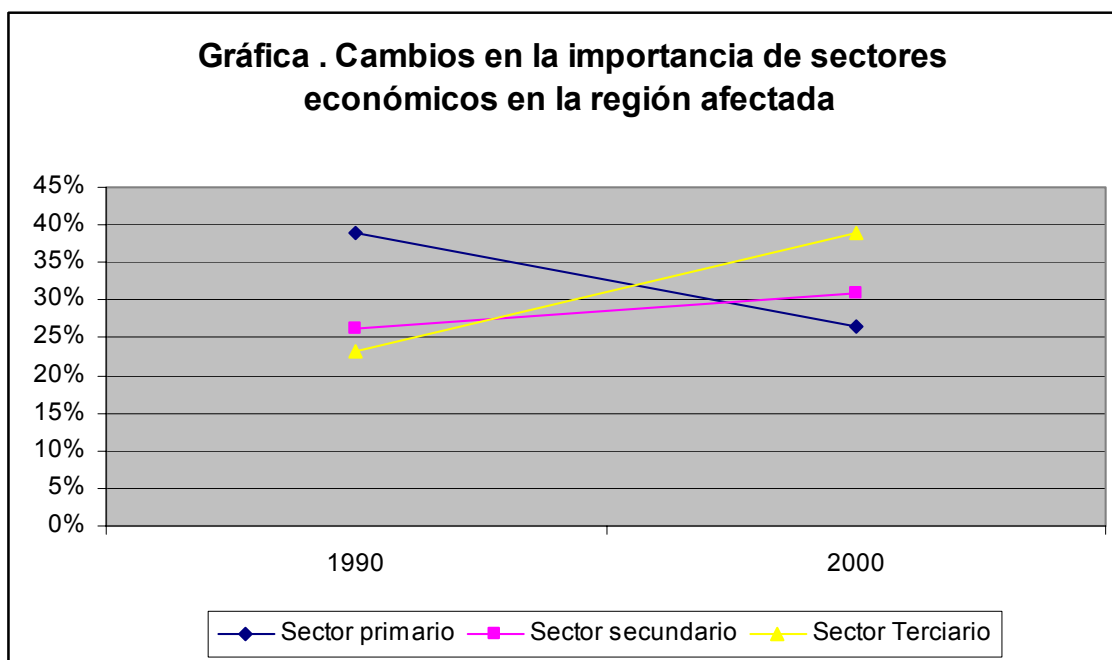
región de estudio en la macroregión durante el periodo siendo éste de aproximadamente un cinco por ciento.

<b>Cuadro 9. Cambios en la importancia de los sectores económicos en la región de estudio</b>				
	<b>1990</b>		<b>2000</b>	
	<b>PEA</b>	<b>% que representa de la PEA total en la región de estudio</b>	<b>PEA</b>	<b>% que representa de la PEA total en la región de estudio</b>
<b>PEA TOTAL</b>	33,092		38,393	
<b>Sector primario</b>	12,887	<b>38.9%</b>	10,144	<b>26.4%</b>
<b>Sector secundario</b>	8,706	<b>26.3%</b>	11,829	<b>30.8%</b>
<b>Sector Terciario</b>	7,663	<b>23.2%</b>	14,946	<b>38.9%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

\* La región de estudio suma los municipios de Landa de Matamoros, Jalpa de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapán en el Estado de Hidalgo.

NOTA: La suma de los sectores primario, secundario y terciario no es igual al total de la Población Económicamente Activa porque el rubro "No especificado" no se incluye en ninguno de los sectores.



En el cuadro 9 y la gráfica anterior se presenta una síntesis de los cambios registrados en la estructura económica de la región a nivel de sector actividad. Como ya se mencionó el sector primario tuvo una disminución en importancia con respecto a los otros sectores; asimismo, el sector terciario registra un

aumento en importancia durante el periodo. Se aprecia que dada la transición del año 2000 el sector terciario da un importante número de empleos a la región empleándose a un total de catorce mil novecientas personas, esto representa casi un 39 por ciento de la Población Económicamente Activa. Por último, el sector secundario muestra un comportamiento más estable durante el periodo representando el 31 por ciento de la PEA de la región de estudio.

#### IV.2.3.2.2 **Comportamiento de la Población Económicamente Activa por municipio**

El objetivo de este apartado es evaluar los impactos que tendrá el proyecto Hidrológico Santa Clara por lo que es importante revisar las variaciones observadas al interior de la región.

En el cuadro siguiente se muestra el peso relativo que tiene la economía de los distintos municipios, utilizando como referencia el tamaño de la Población Económicamente Activa en cada uno de ellos y el peso que representa la población en el total de la PEA de la Región de estudio.

<b>Cuadro 10. Población económicamente activa (PEA) peso de los municipios en la región de estudio*</b>				
	<b>1990</b>		<b>2000</b>	
	<b>PEA</b>	<b>Peso municipal en la región</b>	<b>PEA</b>	<b>Peso municipal en la región</b>
<b>Región de estudio</b>	33,092		38,393	
<b>Cadereyta de Montes</b>	10,917	<b>33.0%</b>	12,514	<b>32.6%</b>
<b>Landa de Matamoros</b>	4,550	<b>13.7%</b>	5,314	<b>13.8%</b>
<b>Jalpan de la Serra</b>	4,292	<b>13.0%</b>	4,288	<b>11.2%</b>
<b>San Joaquín</b>	1,427	<b>4.3%</b>	1,643	<b>4.3%</b>
<b>Jacala de Ledezma</b>	3,236	<b>9.8%</b>	3,579	<b>9.3%</b>
<b>Pacula</b>	1,296	<b>3.9%</b>	1,054	<b>2.7%</b>
<b>Zimapán</b>	7,374	<b>22.3%</b>	10,001	<b>26.0%</b>

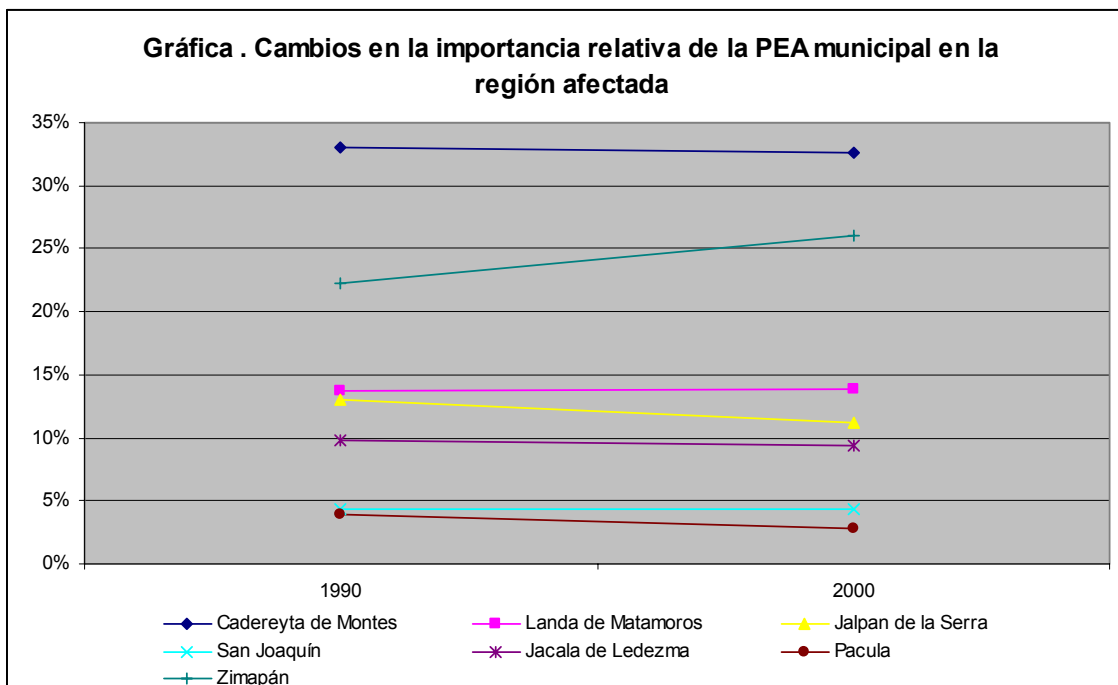
Fuente: de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

\* La región de estudio suma los municipios de Landa de Matamoros, Jalpa de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapán en el Estado de Hidalgo.

Si observamos el cuadro **10** es importante mencionar que no existen cambios muy relevantes en lo que respecta a la concentración de la actividad económica de la región de estudio. Destaca un incremento en el peso municipal de Zimapán del Estado de Hidalgo incrementándose un cuatro por ciento con respecto al año de 1990. Por otro lado, se observa una concentración importante en los municipios de Cadereyta. Landa y Jalpan en el estado de Querétaro, el cual en el año 1990 representa casi el 60 por ciento y para el año 2000 existe una disminución al 57 por ciento.

En la gráfica siguiente se puede observar claramente la concentración

económica registrada por el municipio Cadereyta de Montes del Estado de Querétaro, y en menor grado el municipio de Pacula en el Estado de Hidalgo.



El caso más drástico en la dinámica de crecimiento se observa en el municipio de Pacula como se mencionó con anterioridad, ya que su PEA pasó de representar casi un cuatro por ciento de la PEA regional en el año de 1990 a representar el 2.7 por ciento en el año 2000.

**Cuadro 11. Población económicamente activa (PEA) ocupada en el sector primario. Peso de los municipios en la región de estudio\***

	1990		2000	
	PEA sector primario	Peso municipal en la región	PEA sector primario	Peso municipal en la región
<b>Región de estudio</b>	12,887		10,144	
<b>Cadereyta de Montes</b>	2,519	<b>19.5%</b>	2,214	<b>21.8%</b>
<b>Landa de Matamoros</b>	2,297	<b>17.8%</b>	1,525	<b>15.0%</b>
<b>Jalpan de la Serra</b>	2,970	<b>23.0%</b>	2,297	<b>22.6%</b>
<b>San Joaquín</b>	834	<b>6.5%</b>	558	<b>5.5%</b>
<b>Jacala de Ledesma</b>	1,672	<b>13.0%</b>	1,414	<b>13.9%</b>
<b>Pacula</b>	851	<b>6.6%</b>	550	<b>5.4%</b>
<b>Zimapán</b>	1,744	<b>13.5%</b>	1,586	<b>15.6%</b>

Fuente: de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

\* La región de estudio suma los municipios de Landa de Matamoros, Jalpa de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapán en el Estado de Hidalgo.



<b>Cuadro 12. Población económicamente activa (PEA) ocupada en el sector secundario. Peso de los municipios en la región de estudio*</b>				
	<b>1990</b>		<b>2000</b>	
	<b>PEA sector secundario</b>	<b>Peso municipal en la región</b>	<b>PEA sector secundario</b>	<b>Peso municipal en la región</b>
<b>Región de estudio</b>	8,706		11,829	
<b>Cadereyta de Montes</b>	4,823	<b>55.4%</b>	5,635	<b>47.6%</b>
<b>Landa de Matamoros</b>	569	<b>6.5%</b>	875	<b>7.4%</b>
<b>Jalpan de la Serra</b>	240	<b>2.8%</b>	780	<b>6.6%</b>
<b>San Joaquin</b>	379	<b>4.4%</b>	379	<b>3.2%</b>
<b>Jacala de Ledezma</b>	458	<b>5.3%</b>	703	<b>5.9%</b>
<b>Pacula</b>	184	<b>2.1%</b>	244	<b>2.1%</b>
<b>Zimapán</b>	2,432	<b>27.9%</b>	3,213	<b>27.2%</b>

Fuente: de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

\* La región de estudio suma los municipios de Landa de Matamoros, Jalpa de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapán en el Estado de Hidalgo.

<b>Cuadro 13. Población económicamente activa (PEA) ocupada en el sector terciario. Peso de los municipios en la región de estudio*</b>				
	<b>1990</b>		<b>2000</b>	
	<b>PEA sector terciario</b>	<b>Peso municipal en la región</b>	<b>PEA sector terciario</b>	<b>Peso municipal en la región</b>
<b>Región de estudio</b>	7,663		14,946	
<b>Cadereyta de Montes</b>	2,251	<b>29.4%</b>	4,035	<b>27.0%</b>
<b>Landa de Matamoros</b>	1,239	<b>16.2%</b>	2,698	<b>18.1%</b>
<b>Jalpan de la Serra</b>	462	<b>6.0%</b>	1,014	<b>6.8%</b>
<b>San Joaquin</b>	263	<b>3.4%</b>	613	<b>4.1%</b>
<b>Jacala de Ledezma</b>	790	<b>10.3%</b>	1,382	<b>9.2%</b>
<b>Pacula</b>	85	<b>1.1%</b>	245	<b>1.6%</b>
<b>Zimapán</b>	2,573	<b>33.6%</b>	4,959	<b>33.2%</b>

Fuente: de INEGI, Censo de Población y Vivienda de 1990 y 2000 respectivamente.

\* La región de estudio suma los municipios de Landa de Matamoros, Jalpa de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapán en el Estado de Hidalgo.

En los cuadros anteriores se puede observar la dinámica de la actividad económica por municipio y sector. Cadereyta y Zimapán registraron un aumento en el peso municipal sobre la región aumentando más de un dos por ciento en ambos casos por sector.

Asimismo, de manera general el sector primario presenta una disminución en el peso de la PEA a nivel región con respecto al año de 1990, aspecto que también se hace presente en la mayoría de los municipios afectados de la región.

Para los efectos de este estudio se entiende por subempleo la situación en la que las personas realizan actividades económicas y no reciben ingresos por su trabajo. Dadas las dificultades para obtener estadísticas de subempleo a nivel de municipios para el tipo de localidades utilizaremos información indirecta para determinar el grado de subempleo observado en los municipios de la Área de estudio.

#### **IV.2.3.2.3 Empleo y Subempleo**

El porcentaje de la población económicamente activa ocupada que no recibe ingresos es un dato disponible para 1990 y 2000 y se presenta en el siguiente cuadro. Para 1990 en toda la región de estudio, casi una quinta parte de la población se encuentra en situación de subempleo ya que el 18.44 por ciento de la PEA estaba ocupada sin recibir ingresos por su trabajo. La situación empeoró para el año 2000 al haber aumentado este porcentaje al 19.88 por ciento. La PEA subempleada presenta variaciones entre los municipios de Querétaro e Hidalgo. En el primer caso, la población que en 1990 estaba en situación de desempleo representaba el 20.11 por ciento en los municipios afectados de Querétaro, mientras que en Hidalgo era del 15.47 por ciento. Para el año 2000, los municipios de Querétaro habían registrado una pequeña mejoría ya que el porcentaje de población de subempleo era del 19.48 por ciento mientras que en Hidalgo la población en subempleo ascendió en un 20.52 por ciento observándose una tendencia opuesta al caso de Querétaro para el año 2000 del total de la PEA.

<b>Cuadro 14. Empleo y subempleo. Distribución de PEA según situación de ingresos</b>						
	<b>1990</b>			<b>2000</b>		
	<b>PEA</b>	<b>Empleo=</b> Total de PEA ocupada a que recibió ingresos por su trabajo	<b>Subempleo</b> = Total de PEA ocupada que no recibió ingresos por su trabajo	<b>PEA</b>	<b>Empleo</b> = Total de PEA ocupada que recibió ingresos por su trabajo	<b>Subempleo</b> = Total de PEA ocupada que no recibió ingresos por su trabajo
Querétaro	298,222	266,842	22,152	485,917	451,702	28,278
Municipios afectados de Querétaro (Landa de Matamoros, Jalpan de la Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes)	21,186	15,885	4,261	23,759	18,895	4,629
Peso de los municipios afectados en Querétaro	7.10%	5.95%	19.24%	4.89%	4.18%	16.37%
% de PEA según situación de Empleo en los Mpios. de Querétaro con respecto a su PEA Total		74.98%	20.11%		79.53%	19.48%
Hidalgo	508,551	449,235	44,080	737,223	635,827	92,899
Municipios afectados en Hidalgo (Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapan)	11,906	9,615	1,842	14,634	11,490	3,003
Peso de los municipios afectados en Hidalgo	2.34%	2.14%	4.18%	1.99%	1.81%	3.23%

% de PEA según situación de Empleo en los municipios de Hidalgo con respecto a su PEA Total		80.76%	15.47%		78.52%	20.52%
Macroregión <sup>1</sup>	806,773	716,077	66,232	1,223,140	1,087,529	121,177
Región de estudio <sup>2</sup>	33,092	25,500	6,103	38,393	30,395	7,632
<b>Peso de la Región de estudio en la Macroregión</b>	4.10%	3.56%	9.21%	3.14%	2.79%	6.30%
<b>% de PEA según situación de Empleo en Región de estudio con respecto a su PEA Total</b>		77.06%	18.44%		79.17%	19.88%

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda 1990, XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Los datos del Censo de Población y Vivienda 1980 no se disponen a nivel municipal por la pérdida de estos en el terremoto de 1985 en el D.F. Tampoco se dispone de este dato en el IX Censo General de Población 1970.

<sup>1</sup>La Macroregión es igual a la suma de Querétaro e Hidalgo.

<sup>2</sup>La Región de estudio es la suma de los municipios afectados en Querétaro e Hidalgo que son: Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes, Jacala de Ledesma, Pacula y Zimapan).

Si hacemos un análisis al interior de la región de estudio podemos ver que el porcentaje de PEA ocupada subempleada aumentó con respecto a la PEA Total de un 18 por ciento en 1990 a un 20 por ciento en el año 2000. Sin embargo, si revisamos el comportamiento de cada uno de los municipios podemos ver que en el caso de los municipios de Querétaro solo Cadereyta de Montes sigue el mismo comportamiento, aumentando la PEA ocupada subempleada con respecto al PEA total de 11 por ciento en el año 1990 a un 13 por ciento en el año 2000..

	1990				2000			
	PEA Total	Empleo <sup>2</sup> = Total de PEA Ocupada que recibió ingresos por su trabajo	Subempleo= Total de PEA Ocupada que no recibió ingresos por su trabajo	% que representa el Subempleo de la PEA Total	PEA Total	Empleo= Total de PEA ocupada que recibió ingresos por su trabajo	Subempleo= Total de PEA ocupada que no recibió ingresos por su trabajo	% que representa el Subempleo de la PEA Total
Región de estudio <sup>1</sup>	33,092	25,500	6,103	18%	38,393	30,385	7,632	20%
Landa de Matamoros	4,292	2,464	1,562	36%	4,288	2,775	1,475	34%

<b>Peso de Landa de Matamoros en la Región de estudio</b>	13%	10%	26%		11%	9%	19%	
Jalpan de Serra	4,550	3,353	950	<b>21%</b>	5314	4,142	1,131	<b>21%</b>
<b>Peso de Jalpan de Serra en la Región de estudio</b>	14%	13%	16%		14%	14%	15%	
San Joaquín	1427	867	518	<b>36%</b>	1643	1,208	425	<b>26%</b>
<b>Peso de San Joaquín en la Región de estudio</b>	4%	3%	8%		4%	4%	6%	
Cadereyta de Montes	10,917	9,201	1,231	<b>11%</b>	12514	10,770	1,598	<b>13%</b>
<b>Peso de Cadereyta de Montes en la Región de estudio</b>	33%	36%	20%		33%	35%	21%	
Jacala de Ledezma	3,236	2,511	559	<b>17%</b>	3,579	2,519	1,042	<b>29%</b>
<b>Peso de Jacala de Ledezma en la Región de estudio</b>	10%	10%	9%		9%	8%	14%	
Pacula	1,296	610	537	<b>41%</b>	1054	483	566	<b>54%</b>
<b>Peso de Pacula en la Región de estudio</b>	4%	2%	9%		3%	2%	7%	
Zimapán	7,374	6,494	746	<b>10%</b>	10001	8,488	1,395	<b>14%</b>
<b>Peso de Zimapán en la Región de estudio</b>	22%	25%	12%		26%	28%	18%	

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda 1990, XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Los datos del Censo de Población y Vivienda 1980 no se disponen a nivel municipal por la pérdida de estos en el terremoto de 1985 en el D.F. Tampoco se dispone de este dato en el IX Censo General de Población 1970.

<sup>1</sup>La Región de estudio es la suma de los municipios afectados en Querétaro e Hidalgo que son: Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes, Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán.

<sup>2</sup>Para obtener el empleo real se tomó el total de PEA ocupada que incluye a los trabajadores que reciben ingresos y que no reciben ingresos y se le restó a estos últimos.

Hidalgo sigue el mismo comportamiento de la región ya que sus proporciones de subempleo en los municipios respectivos aumentaron en el año 2000 con respecto al año de 1990. En el municipio de Jacala de Ledezma ascendió la PEA ocupada subempleada de 17 por ciento en 1990 a un 29 por ciento para el año 2000. El municipio de Pacula sigue el mismo comportamiento, ya que su proporción de subempleo aumentó de 41 por ciento del año 1990 al 54 por ciento en el año 2000. Finalmente el municipio de Zimapán también aumentó su PEA ocupada del 10 por ciento en 1990 al 14 por ciento para el año 2000. (Véase cuadro 15)

Si siguiendo con este mismo análisis podemos ver claramente los comportamientos mencionados en el siguiente cuadro donde la variación porcentual del subempleo es positiva de 1990 al 2000 solo en los casos del municipio de Landa de Matamoros y San Joaquín. El municipio de San Joaquín es el que más ha mejorado en subempleo, presentando una disminución porcentual del 10 por ciento en el año 2000 con respecto a 1990. Un comportamiento contrario siguen el resto de los municipios, de los cuales el municipio de Pacula es el que más aumento presentó en su variación porcentual de la Población económicamente activa subempleada, ascendiendo en un 13 por ciento en el 2000 con respecto al año de 1990.

<b>Cuadro 16. Dinámica de la PEA subempleada según municipio 1990-2000</b>			
	% de PEA que no recibió ingresos <b>1990</b>	% de PEA que no recibió ingresos <b>2000</b>	<b>Variación porcentual 1990-2000</b>
Región de estudio <sup>1</sup>	18	20	2
Landa de Matamoros	36	34	-2
Jalpan de Serra	21	21	0
San Joaquín	36	26	-10
Cadereyta de Montes	11	13	2
Jacala de Ledezma	17	29	12
Pacula	41	54	13
Zimapán	10	14	4

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda 1990, XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Tampoco se dispone de este dato en el IX Censo General de Población 1970.

<sup>1</sup>La Región de Estudio es la suma de los municipios afectados en Querétaro e Hidalgo que son: Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes, Jacala de Ledezma, Pacula y Zimapán.

#### **IV.2.3.3 Especialización en el contexto macroregional**

En esta sección se presentan los resultados del análisis de especialización económica que compara a los municipios de la región de estudio con el comportamiento observado en la macroregión formada por los estados de Querétaro e Hidalgo.

##### **IV.2.3.3.1 Agricultura, Ganadería, Pesca y Caza**

Como se mencionó con anterioridad en el análisis de la Población Económicamente Activa (PEA), las actividades primarias de la región han ido disminuyendo el peso que tienen sobre la economía de la región. El análisis desagregado de la especialización económica conforma a la teoría de la base exportadora muestra que entre 1990 y 2000 todos los municipios registran cocientes superiores a 1 cuando se comparan con Querétaro e Hidalgo.

<b>Cuadro 17. Variaciones en los niveles de especialización económica a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>Agricultura, ganadería, caza y pesca</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	0.8458	0.9736
<b>Landa de Matamoros</b>	1.8023	2.9342
<b>Jalpan de la Serra</b>	2.3910	1.5632

<b>San Joaquin</b>	2.0092	1.8813
<b>Jacala de Ledezma</b>	1.8443	2.1119
<b>Pacula</b>	2.4474	2.7663
<b>Zimapán</b>	0.8323	0.8494

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

Como se puede observar en el cuadro anterior durante el periodo Zimapán y Cadereyta registran cocientes inferiores a uno indicando que no existe una especialización en la actividad. En el municipio Jacala de Ledezma se registró un crecimiento en el cociente de localización de esta actividad, mientras que Jalpan de Serra muestra una tendencia contraria.

#### **IV.2.3.3.2 Minería**

En lo que respecta a la minería, la especialización mostrada por los municipios en el sector es muy variable. Se pueden observar municipios con un alto cociente de localización muy superior a 1, tal es el caso de Cadereyta Y Zimapán y; municipios muy por debajo de la unidad como los son Landa y Jalpan de Serra.

<b>Cuadro 18. Variaciones en los niveles de especialización económica minería a nivel municipal en el contexto macroregional</b>		
<b>MINERIA</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	4.3614	3.9355
<b>Landa de Matamoros</b>	0.0253	0.3882
<b>Jalpan de la Serra</b>	0.1297	0.5192
<b>San Joaquin</b>	4.6590	1.4802
<b>Jacala de Ledezma</b>	0.4622	1.7149
<b>Pacula</b>	8.8060	4.0667
<b>Zimapán</b>	16.3518	15.2836

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

Se puede observar que el municipio más especializado en minería en la región es el de Zimapán en el estado de Hidalgo registrando un cociente de localización en el 2000 de más de 15.

#### **IV.2.3.3.3 Industria manufacturera**

En el periodo estudiado (1990-2000) la mayoría de los municipios de la región de estudio no alcanzaron a registrar un cociente de localización superior a 1, mientras que el municipio de Cadereyta de Montes del Estado de Querétaro es el único que presenta un cociente mayor a uno.

Por otro lado el cuadro siguiente muestra que no existe mucha variación entre los cocientes de localización entre un año y otro, infiriéndose que no existe

mucha especialización en esta actividad.

<b>Cuadro 19. Variaciones en los niveles de especialización económica industria manufacturera a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	1.0367	1.1381
<b>Landa de Matamoros</b>	0.1367	0.1707
<b>Jalpan de la Serra</b>	0.2755	0.2911
<b>San Joaquin</b>	0.1891	0.2490
<b>Jacala de Ledezma</b>	0.4069	0.3493
<b>Pacula</b>	0.0542	0.1415
<b>Zimapán</b>	0.3798	0.3870

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

#### **IV.2.3.3.4 Electricidad y Agua**

En el cuadro se puede observar que el municipio con cociente superior a 1 es Cadereyta de Montes. Asimismo, se percibe una reducción de 1.55 a 0.77 en el mismo municipio, lo cual puede sugerir concentraciones temporales de trabajadores en la actividad.

<b>Cuadro 20. Variaciones en los niveles de especialización económica electricidad y agua a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>ELECTRICIDAD Y AGUA</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	1.5580	0.7736
<b>Landa de Matamoros</b>	0.1200	0.0511
<b>Jalpan de la Serra</b>	0.5336	0.4508
<b>San Joaquin</b>	0.3685	5.7962
<b>Jacala de Ledezma</b>	0.3937	0.5374
<b>Pacula</b>	0.1466	1.0055
<b>Zimapán</b>	0.9977	0.7494

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

#### **IV.2.3.3.5 Construcción**

Se observa que para el año 2000, a diferencia de 1990, todos los municipios tienen un cociente de localización superior a la unidad. En todos los municipios se registró un aumento en el crecimiento de la actividad económica a excepción de Cadereyta de Montes que registra una disminución de casi 0.79.



<b>Cuadro 21. Variaciones en los niveles de especialización económica en la construcción a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>CONSTRUCCION</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	2.7837	2.0004
<b>Landa de Matamoros</b>	0.7684	1.5077
<b>Jalpan de la Serra</b>	0.9381	1.0297
<b>San Joaquin</b>	1.0739	1.5389
<b>Jacala de Ledesma</b>	0.7860	1.1238
<b>Pacula</b>	0.7672	1.7578
<b>Zimapán</b>	1.3401	1.5454

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

#### **IV.2.3.3.6 Comercio**

El análisis de la PEA mostraba que en la actividad primaria había una reducción importante en el periodo de estudio por lo que se observa una pérdida de importancia relativa mientras que actividades relacionadas con los servicios y comercio registraron un importante crecimiento.

<b>Cuadro 22. Variaciones en los niveles de especialización económica en el comercio a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>COMERCIO</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	0.5790	0.7615
<b>Jalpan de Serra</b>	0.7067	1.0117
<b>Landa de Matamoros</b>	0.2436	0.4411
<b>San Joaquin</b>	0.4148	0.7428
<b>Jacala de Ledezma</b>	0.7534	0.8910
<b>Pacula</b>	0.2192	0.5508
<b>Zimapán</b>	0.7409	0.9647

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

Asimismo, se observa aumentos en los cocientes de localización de todos los municipios en el periodo; lo anterior, como se ha comentado, por el incremento de población trabajando en el sector terciario.

#### **IV.2.3.3.7 Transporte y comunicación**

La medida de especialización de la economía de los municipios estudiados reflejan que durante 1990 éste es un sector que mostró poco dinamismo en este tipo de municipios. Se puede observar en el cuadro siguiente que en el año de

1990 ninguno de los municipios registra un cociente de localización superior o igual a 1.

El municipio de Jacala de Ledezma en el estado de Hidalgo es el que registra el valor mayor; sin embargo tampoco hay especialización en esta actividad.

<b>Cuadro 23. Variaciones en los niveles de especialización económica en el transporte y comunicación a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	0.5171	2.8107
<b>Jalpan de Serra</b>	0.3474	3.7343
<b>Landa de Matamoros</b>	0.1261	1.6281
<b>San Joaquin</b>	0.4485	2.7419
<b>Jacala de Ledezma</b>	0.7093	0.6535
<b>Pacula</b>	0.2190	0.1674
<b>Zimapán</b>	0.8480	1.2684

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

Por otro lado, el municipio de Cadereytra muestra un incremento notable en el cociente de localización en la actividad, pasando de 0.5171 en 1990 a 2.81 en el 2000

#### **IV.2.3.3.8 Servicios**

En el siguiente cuadro se puede observar que para el año de 1990 los municipios con mayor especialización en servicios eran Jalpan de Serra y Zimapán. Para el año 2000 Jalpan incrementó su cociente de localización en 0.24; San Joaquín a su vez pasó de 0.5610 a 0.8178, mientras que los demás municipios no registran cambios muy sobresalientes en este sector.

<b>Cuadro 24. Variaciones en los niveles de especialización económica en los servicios a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>SERVICIOS</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	0.6838	0.6744
<b>Jalpan de Serra</b>	0.8932	1.1296
<b>Landa de Matamoros</b>	0.3487	0.5157
<b>San Joaquin</b>	0.5610	0.8178
<b>Jacala de Ledezma</b>	0.6799	0.7766
<b>Pacula</b>	0.1882	0.4054
<b>Zimapán</b>	0.8687	0.9271

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

#### IV.2.3.3.9 Actividades de gobierno

Considerando el cuadro siguiente es notable observar que el municipio de Pacula en el estado de Hidalgo registra un incremento notable en este tipo de actividades, ya que en 1990 mostraba un cociente de 0.1712 y para el año 2000 fue superior a la unidad por lo que se tiene una medida de especialización en estas actividades.

<b>Cuadro 25. Variaciones en los niveles de especialización económica en las actividades de gobierno a nivel municipal en el contexto macroregional<sup>2</sup></b>		
<b>ACTIVIDADES DE GOBIERNO</b>		
	<b>Cociente Localización 1990</b>	<b>Cociente Localización 2000</b>
<b>Cadereyta de Montes</b>	0.3998	0.7259
<b>Jalpan de Serra</b>	1.1822	1.7272
<b>Landa de Matamoros</b>	0.3192	1.0261
<b>San Joaquin</b>	0.6454	1.5193
<b>Jacala de Ledesma</b>	0.7333	1.0461
<b>Pacula</b>	0.1712	1.0593
<b>Zimapán</b>	2.9218	2.1116

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000

<sup>2</sup> La macroregión es igual a Querétaro e Hidalgo

Finalmente, es importante mencionar que durante el periodo la mayoría de los municipios de la región de estudio aumentaron su cociente de localización notablemente por encima de la unidad.

<b>CUADRO 26. PORCENTAJE DE PEA EN LA REGIÓN DE ESTUDIO SEGÚN NIVEL DE INGRESOS (1970 - 2000)</b>									
	<b>TOTAL</b>	<b>Hasta un 50 % de un salario mínimo</b>	<b>De más del 50 % hasta menos de un salario mínimo</b>	<b>de un salario mínimo</b>	<b>De más de 1 hasta 2 salarios mínimos</b>	<b>De más de 2 hasta menos de 3 salarios mínimos</b>	<b>De 3 hasta 5 salarios mínimos</b>	<b>De más de 5 hasta 10 salarios mínimos</b>	<b>De más de 10 salarios mínimos</b>
<b>1990</b>									
<b>% de PEA en cada nivel de ingreso en Región de estudio</b>	<b>23601</b>	7.50%	21.50%	0.40%	47.10%	12.70%	6.70%	2.90%	1.30%
<b>2000</b>									
<b>% de PEA en cada nivel de ingreso en Región de estudio</b>	<b>28351</b>	4.90%	15.60%	0.00%	44.50%	15.80%	12.10%	5.20%	2.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI; Censo General de Población y Vivienda de 1990 y 2000.

La región de estudio suma los municipios de Landa de Matamoros, Jalpa de Serra, San Joaquín, Cadereyta de Montes en el Estado de Querétaro y Jacala de Ledezma, Pacula, Zimapán en el Estado de Hidalgo.

#### IV.2.3.4 Niveles de ingreso en la región

En términos generales, los empleos que se tienen en la región son de bajos ingresos. Comparando las cifras del cuadro 23 se puede observar una disminución en los ingresos hasta el rango de dos salarios mínimos. Asimismo, se registra un aumento para el 2000 en los salarios que superan los tres salarios mínimos.

##### IV.2.3.4.1 Variaciones municipales en el nivel de ingreso

Porcentaje de pea municipal según nivel de ingresos con respecto a la Región de estudio						
	1990			2002		
	Total de PEA que:			Total de PEA que:		
	Recibe hasta un salario mínimo o menos	Recibe más de 1 hasta 5 salarios mínimos	Recibe de 5 salarios mínimos en adelante	Recibe hasta un salario mínimo o menos	Recibe más de 1 hasta 5 salarios mínimos	Recibe de 5 salarios mínimos en adelante
	PEA (%)	PEA (%)	PEA (%)	PEA (%)	PEA (%)	PEA (%)
<b>Región de Estudio</b>	6929	15687	985	5806	20490	2055
<b>Cadereyta de Monntes</b>	30.7%	38.4%	35.7%	26.0%	38.4%	29.0%
<b>Jalpan de Sierra</b>	13.5%	12.8%	14.6%	10.3%	13.4%	21.7%
<b>Landa de Matamoros</b>	16.5%	5.8%	14.6%	11.2%	8.1%	6.8%
<b>San Joaquín</b>	3.2%	3.0%	2.3%	4.4%	3.7%	3.8%
<b>Jacala de Ledezma</b>	19.1%	6.5%	4.2%	14.1%	6.6%	9.1%
<b>Pacula</b>	1.7%	2.9%	0.4%	1.8%	1.5%	1.5%
<b>Zimapán</b>	15.3%	30.6%	28.1%	32.2%	28.2%	28.2%

##### IV.2.3.5 Dinámica Sociocultural, Área de Estudio

En esta sección se presentan aspectos relevantes de la dinámica sociocultural de la región estudiada. El análisis de estos aspectos es importante porque los cambios observados en dichos aspectos influyen en la disposición que pueden tener los pobladores de la región en la aceptación o rechazo de los proyectos y porque los proyectos de inversión pueden influir en cambiar algunos aspectos socioculturales.

a) Condiciones de vida

#### IV.2.3.5.1 Educación

El nivel educativo de los municipios que conforman la región es relativamente bajo. Un indicador de lo anterior es el elevado porcentaje de población analfabeta que se encuentra en cada uno de los municipios. Según se observa en el cuadro 25 el problema es aun mas serio en los municipios de Jacala, Landa y San Joaquin mientras que el municipio con el mayor avance en este indicador es el de Zimapan con un por ciento de población analfabeta.

Cuadro 27 Porcentaje de población analfabeta según municipio 1990-2000						
Municipio	1990			2000		
	Total	Analfabeta	% Analfabeta	Total	Analfabeta	% Analfabeta
Jacala de Ledezma	13362	2227	16.66667	12895	1827	14.16828
Pacula	5450	943	17.30275	5583	860	15.4039
Zimapán	36067	3417	9.474034	37435	3139	8.385201
Cadereyta de Montes	44944	6722	14.95639	51790	5964	11.51574
Jalpan de Serra	19246	2559	13.29627	22839	2384	10.43829
Landa de Matamoros	17964	3157	17.57404	19493	2586	13.2663
San Joaquín	6229	1117	17.93225	7665	1016	13.25506

Cuadro 28 Grado promedio de escolaridad por municipio 2000	
MUNICIPIO	Grado promedio de escolaridad
Jacala de Ledezma	5
Pacula	4
Zimapán	6
Cadereyta de Montes	5
Jalpan de Serra	5
Landa de Matamoros	4
San Joaquín	4

Cuadro 29 DATOS PARA ESTIMAR INDICE DE MARGINACION POR MUNICIPIO										
Entidad federativa / Municipio	Población total	% Población analfabeta de 15 años o más	% Población sin primaria completa de 15 años o más	% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos
Jacala De Ledesma	12 895	22.4	51.2	16.2	8.2	28.7	48.4	18.6	100.0	75.1
Pacula	5 583	26.2	63.9	38.8	16.7	54.0	52.3	35.9	100.0	84.5
Zimapán	37 435	13.5	37.3	34.5	9.0	37.6	46.3	16.5	68.4	65.2
Cadereyta De Montes	51 790	19.8	43.8	45.8	15.9	17.7	58.0	19.3	80.1	68.7
Jalpan De Serra	22 839	18.8	47.0	22.6	21.8	27.3	55.9	32.7	63.6	60.6
Landa De Matamoros	19 493	23.9	57.0	29.3	17.7	39.4	58.2	34.0	100.0	75.7
San Joaquín	7 665	23.7	52.6	36.3	26.1	28.7	55.8	27.0	100.0	69.6
Fuente:	<a href="http://www.conapo.gob.mx/00cifras/marg2000/anexo_b.XLS">http://www.conapo.gob.mx/00cifras/marg2000/anexo_b.XLS</a>									

<b>Cuadro 30 INDICE DE MARGINACION POR MUNICIPIO</b>				
	<b>Índice de marginación</b>	<b>Grado de marginación</b>	<b>Lugar que ocupa en el contexto estatal</b>	<b>Lugar que ocupa en el contexto nacional</b>
Jacala De Ledesma	0.1	Alto	38.0	1136
Pacula	0.9	Alto	12.0	484
Zimapán	- 0.3	Medio	48.0	1444
Cadereyta De Montes	0.1	Alto	8.0	1067
Jalpan De Serra	0.1	Alto	10.0	1153
Landa De Matamoros	0.6	Alto	2.0	665
San Joaquín	0.5	Alto	4.0	760

#### **IV.2.3.5.2 Índice de marginación**

Como se observa en el cuadro 28 con excepción del municipio de Zimapán, el resto de los municipios de la región estudiada presenta índices de marginación alto.

#### **IV.2.3.5.3 Participación social**

Por la cercanía del proyecto a la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda, los grupos ambientales que tienen interés en esa zona constituyen la principal fuente de experiencia de participación organizada a favor del medio ambiente. En un estudio realizado para el P.H. Extoraz se encontró que un grupo con gran experiencia es el Grupo Ecológico Sierra Gorda (GESG), este grupo se formó con el propósito de detener los graves procesos de deterioro ambiental de la zona, así como para responder a una creciente población que demanda servicios y explota sus recursos naturales con modelos tecnológicos inapropiados detectándose los siguientes antecedentes.

1987 Fundación del Grupo Ecológico Sierra Gorda (GESG).  
1996-1997 GESG conduce y organiza 150 reuniones comunitarias, para conservar el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera  
1997 Decreto federal de creación de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda  
2000 Publicación del Programa de Manejo  
2000 Aprobación del proyecto GEF de escala completa  
2001 Marzo Designación como Reserva MAB-UNESCO e inclusión a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera  
2001 Agosto Arranque del proyecto Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF).  
2001-2008 Tránsito hacia la sustentabilidad de la bioregión Sierra Gorda.

Así mismo se detectó que para dicha sierra se tienen planes y programas como son:

- Plan de Rescate Integral de la Sierra Gorda Queretana.
- Programa de Educación Ambiental.
- Programa de Mejoramiento Integral Comunitario.
- Programa de Protección y Regeneración de Recursos Forestales.
- El Programa de Educación Ambiental es el más ampliamente difundido entre las comunidades involucradas por el proyecto.

Es importante considerar esta y otras experiencias de participación ciudadana para tener una mejor lectura de la percepción social que tiene la población del proyecto.



<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>2</b>
V.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	3
V.2 TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	4
V.3 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	5
V.3.1 <i>Redes de interacción</i> .....	9
V.3.2 <i>Matrices causa-efecto</i> .....	10
V.3.3 <i>Fichas de Caracterización de Impactos</i> .....	11
V.4 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS .....	14
V.4.1 <i>Identificación de impactos</i> .....	14
V.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	35
V.5.1 <i>Construcción del escenario modificado por el proyecto.</i> .....	35
V.6 RESUMEN CRONOLÓGICO CUALITATIVO DE LOS PRINCIPALES CAMBIOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL .....	40
V.6.1 <i>Escenarios futuros (con Proyecto)</i> .....	40

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

El presente capítulo como lo señala la guía metodológica para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica “*tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos significativos que generará el proyecto sobre el sistema ambiental regional*”. Para lograr dicho objetivo se propone modificar el orden propuesto para enriquecer la información y lograr explicar la particularidad del proyecto de una forma más ordenada y concisa. Sin embargo los títulos que propone la guía serán respetados para una mejor revisión en la evaluación correspondiente.

Lo anterior se debe a las condiciones imperantes que existen en la zona, que se han explicado en los capítulos anteriores y al orden cronológico en el presente documento.

La guía metodológica propone en sus incisos el orden siguiente:

- V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional.
  - V.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.
  - V.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.
  - V.1.3 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional.
- V.2. Técnicas para evaluar los impactos ambientales.
- V.3 Impactos ambientales generados.
  - V.3.1 Identificación de impactos.
  - V.3.2 Selección y descripción de los impactos significativos.
- V.4. Evaluación de los impactos ambientales.
- V.5. Delimitación del área de influencia.

La metodología para la identificación, valoración, técnicas y descripción de los impactos del proyecto, se describirá acorde al orden en que fue utilizada, el orden para su presentación y evaluación correspondiente fue modificado tomando en cuenta las siguientes premisas:

- (a) El ámbito geográfico a estudiar en la línea de base debe abarcar un área tan extensa como el área de influencia de los impactos que se esperan. Dicha área variará para los diferentes componentes ambientales (aguas superficiales, aguas subterráneas, flora y fauna, aire, etc.), pudiendo cubrir desde áreas relativamente limitadas (pe impacto del ruido) hasta áreas relativamente extensas (pe influencia de la cantidad y calidad del agua superficial aguas abajo de un río).
- (b) El énfasis de la MIA se hace sobre los impactos ambientales significativos potenciales. Esto quiere decir que si bien todos los componentes ambientales relevantes se estudiarán, solo ameritarán un análisis detallado aquellos componentes donde se pueden esperar impactos significativos.
- (c) Dado que los sistemas ecológicos, pero sobre todo los desarrollos antropogénicos, son dinámicos, para poder determinar la magnitud de un cambio en un componente ambiental será necesario compararlo no solo con su estado previo al inicio del proyecto, sino con el estado que se espera tendrá en un tiempo determinado en

ausencia del proyecto.

- (d) Para hacer la evaluación de los impactos ambientales potenciales, éstos se comparan con el estado del medio ambiente esperado al corto, mediano y largo plazo.
- (e) La identificación y evaluación de los impactos potenciales toma en cuenta las diferentes características de los mismos:
- (f) Los impactos se cuantifican en la medida de lo posible en su fase de evaluación. Sin embargo existen impactos que no se pueden cuantificar o que el intento de cuantificarlos puede arrojar resultados numéricos carentes de sentido. En muchos casos resulta de mayor utilidad una buena descripción cualitativa de los impactos para entenderlos y poder proponer medidas de mitigación.
- (g) Se hace énfasis en tratar cada impacto de manera individual y se evita asignar pesos relativos a cada impacto. Al adicionar impactos según índices cuantitativos ponderados, se corre un riesgo grande de ignorar impactos significativos (y por lo tanto la oportunidad de proponer medidas para mitigarlos) solamente porque se considera que hay otros impactos que tienen mayor importancia.
- (h) La “significancia” de un impacto siempre será subjetiva. Para ayudar a matizar las diferencias de percepción entre diferentes grupos, se propone una valoración de la significancia de cada impacto de acuerdo a sus características (reflejadas en las Fichas de Identificación de Impactos).
- (i) Se tomarán en cuenta las fases de construcción, operación y abandono del proyecto.

#### **V.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

Como se definió en el capítulo IV, en la descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región, se definió el área de estudio, considerando la totalidad de los componentes del sistema ambiental regional afectados, que se describirán en los puntos siguientes, como se explicó en el capítulo IV, en la delimitación del sistema ambiental regional (SAR), el área de estudio, se obtuvo un polígono irregular, siguiendo la dirección natural del río y sus afluentes. El área de afectación se centrará, aprovechando las condiciones geomorfológicas de los cañones de los ríos Moctezuma y Extóraz, existiendo una marcada diferencia entre las áreas planas y el cañón. Tomando en consideración que la cortina del proyecto de “Santa Clara” tendrá una altura de más de 30 m, lo que hará que el embalse tenga una superficie de 33 ha en el Río Moctezuma.

En lo que respecta la influencia del proyecto en el medio socioeconómico, se encuentra delimitada sobre todo por la derrama económica que acarreará el proyecto, ya que durante la etapa de construcción, el número de trabajadores será de aproximadamente 600 personas, de las cuales se estima que un porcentaje importante tenga que venir de otras regiones aledañas y que sus necesidades de servicios (habitación, salud, educación, entre otros), deba ser cubierta por las localidades más cercanas. Cabe señalar que el campamento por la cercanía del proyecto a Pacula del estado de Hidalgo, se albergará un importante porcentaje de la población laboral.

Por o anterior, las áreas de estudio en donde influirá el proyecto será idéntica a la descrita en el capítulo IV ya descrito.

## **V.2 TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

La metodología usada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basa en una combinación de diferentes métodos:

- Uso de matrices causa-efecto,
- Redes de interacción,
- Matrices causa-efecto (tipo Leopold),
- Fichas de caracterización de impactos y
- Trabajo interdisciplinario a través de talleres de trabajo.
- Elementos del método desarrollado por los Laboratorios Batelle-Columbus

### **Línea de base ambiental**

El primer paso en la preparación de la MIA es la definición de la línea de base ambiental. Para ello primero se definen las unidades ambientales a estudiar, las cuales varían para cada aspecto ambiental. Cada coordinación definió las unidades ambientales a consideración – en algunos casos a nivel de subunidades- para los aspectos ambientales bajo su responsabilidad; dichas unidades se encuentran representadas por medio de Sistema de Información Geográfico (SIG).

Cada aspecto ambiental tiene sus dificultades para traducir su calidad de forma además de definir y evaluar la línea de base ambiental, cada área específica, identificó los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo

### **Definición de escenarios de desarrollo y evolución del sistema en ausencia del proyecto.**

Los ecosistemas, pero sobretodo el medio antropogénico, son dinámicos. Por ello cuando se examinan los impactos potenciales de un proyecto en desarrollo, solamente se podrá tener una aproximación más acertada de la magnitud de los impactos si se le compara con el estado del medio ambiente previsto a futuro, y no comparando con la línea de base al inicio del proyecto. Por ello es importante desarrollar escenarios de evolución al corto (hasta 3 años), mediano (3-10 años) y largo plazo (11 años en adelante).

La definición de los escenarios se basa en los patrones evolutivos observados para los diferentes aspectos ambientales, así como en los patrones de desarrollo antropogénico previstos por las autoridades municipales, estatales y federales (planes de ordenamiento territorial, obras de infraestructura ya autorizada o con posibilidades de ser autorizadas).

Cada área específica fue responsable de identificar las tendencias en el desarrollo de los componentes de su área de responsabilidad en base a datos históricos, cuando esto era aplicable (deterioro de la calidad del agua, pérdida de especies de flora y fauna comerciales y no comerciales, crecimiento demográfico).

Para cada área específica se proyectó la línea de base al corto, mediano y largo plazo. Se entiende que muchas veces no es posible cuantificar la evolución de ciertos elementos ambientales; en tal caso se hace una valoración cualitativa de cómo se prevé que evolucione dicho elemento.

Se describen los escenarios de desarrollo al corto, mediano y largo plazo. Dichos escenarios reflejan en la medida de lo posible el cambio de uso de suelo y los proyectos de infraestructura previstos.

Una vez proyectado el estado del medio ambiente (evolución en función a los patrones de cambio identificados a la fecha), se hace una valoración de cómo podrán afectar los escenarios de desarrollo identificados al estado del medio ambiente proyectado.

Si bien al principio del proyecto se realiza una recopilación de información que abarca a todo el sistema ambiental regional, el proceso de identificación de impactos contribuyó a definir las áreas del territorio donde era necesario realizar un mayor esfuerzo para obtener datos e información más precisa.

La evaluación de los impactos se realizó para aquellos impactos que se identificaron como potenciales significativos o sea, aquellos que recibieron una valoración de “3” en la matriz y en las fichas. Para dichos impactos se hace una evaluación detallada – basada en estudios, valoraciones y pronósticos cuantitativos- que permite conocer todos los aspectos de dicho impacto, y con ello poder proponer medidas para eliminarlos, mitigarlos y/o compensarlos.

### **V.3 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto, con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de la misma.

Durante esta fase se fomentó el trabajo interdisciplinario, mediante la activación de espacios y dinámicas donde los diferentes expertos tuvieron oportunidad de interactuar, con la finalidad de poder identificar las implicaciones que tienen ciertos impactos sobre otros componentes ambientales. Este fue un ejercicio crítico para la identificación y evaluación de impactos ya que permitió identificar interrelaciones que de otra manera no se hubieran identificado.

El trabajo interdisciplinario se dio a través de talleres de identificación y evaluación de impactos. Cabe mencionar que dichos talleres, aparte de cumplir su función como espacios formales de intercambio entre los expertos, incentivó una serie de intercambios informales continuos durante todo el proceso de preparación de la EIA.

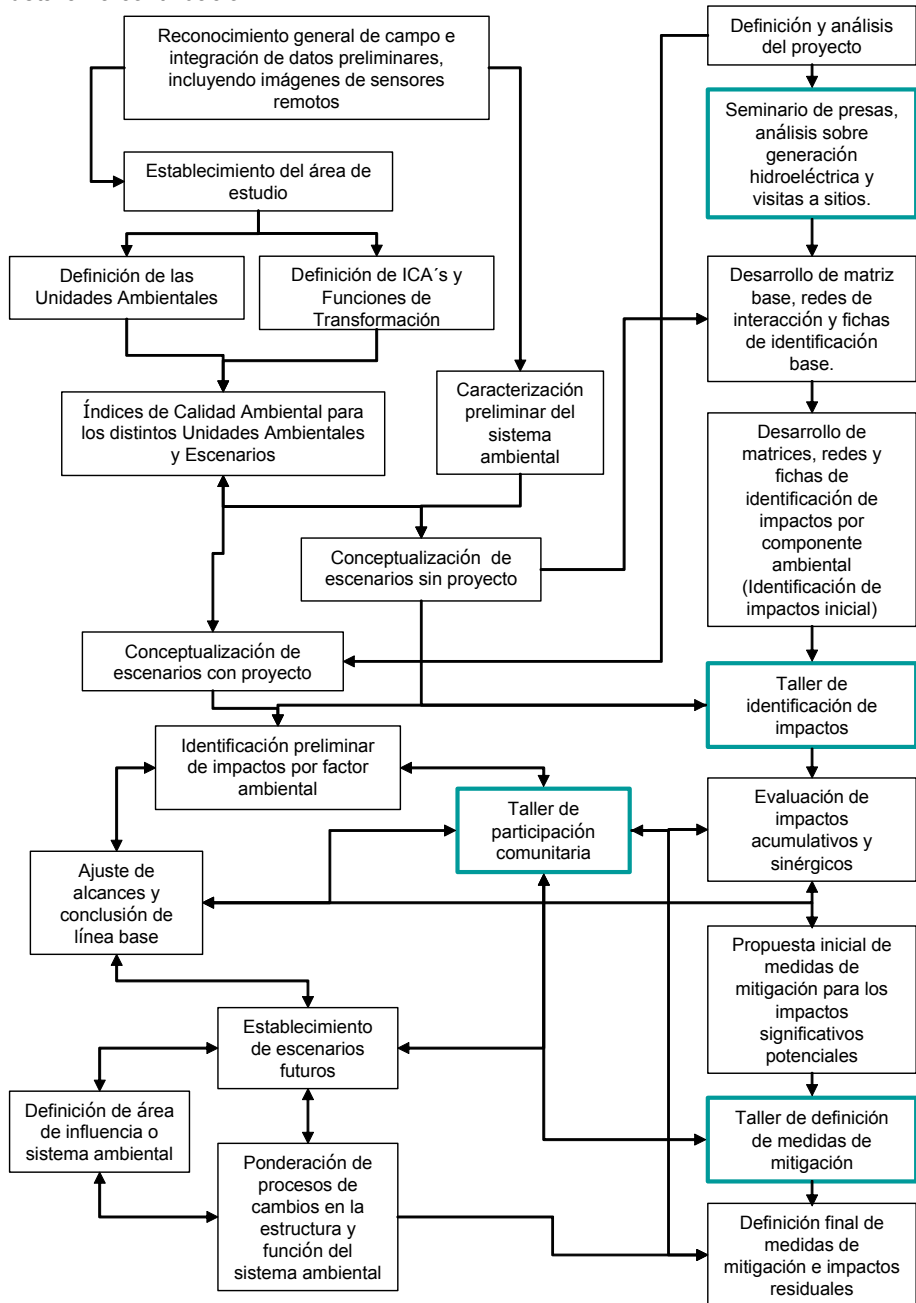
El taller de identificación de medidas de mitigación se desarrolló de manera similar al taller de identificación de impactos, fomentando el trabajo interdisciplinario entre pares para garantizar la optimización de las medidas de mitigación.

Para cada medida de mitigación se hizo una predicción de cómo atenuará los impactos para los cuales están diseñadas. De esta manera se valora la eficiencia esperada de la medida y se identificará cualquier impacto residual.

Asimismo se propone un plan de vigilancia para garantizar que las medidas de mitigación se implementen adecuadamente y den los resultados esperados, así como para identificar cualquier desviación de la situación prevista y por lo tanto poder actuar

inmediatamente ante cualquier contingencia.

La identificación y evaluación de los impactos se hizo siguiendo los pasos que se detallan a continuación:



Como paso inicial se preparó un modelo de Matriz, reflejando todas las actividades del proyecto (para sus fases de construcción, operación y abandono) y todos los aspectos ambientales relevantes. Dicha matriz se consensó con el promotor así como con todos las Áreas Específicas. Asimismo se prepararon fichas de identificación de impactos para describir cada interacción de la matriz donde se prevé un impacto significativo, de acuerdo a las características del impacto. En cuanto a las redes, se tomaron como punto de partida las redes propuestas por Brismar (2004) para grandes presas.

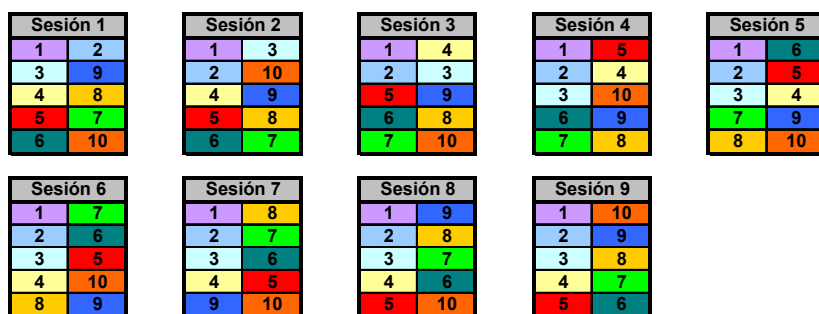
Con base a los documentos de trabajo cada Área Específica hizo una identificación preliminar de impactos, usando la matriz base y las redes iniciales. La identificación preliminar de impactos hecha por cada coordinación sirvió de punto de partida para las discusiones entre expertos durante el taller de identificación de impactos.

Posteriormente se realizó un taller donde se formaron diez grupos (algunos que incluían más de un área de coordinación) y, durante dos días, todos los grupos interactuaron entre sí en pares, trabajando sobre las redes y las matrices. Los expertos en construcción civil, seguridad e higiene y sistemas de información geográfica, así como el coordinador del proyecto estuvieron presentes para resolver cualquier duda.

Los grupos interactuaron según se muestra en la figura a continuación.

**GRUPOS**

<b>Grupo 1:</b> Clima
<b>Grupo 2:</b> Aire
<b>Grupo 3:</b> Geología, hidrología subterránea, geomorfología e hidrología superficial
<b>Grupo 4:</b> Suelo
<b>Grupo 5:</b> Flora terrestre y acuática
<b>Grupo 6:</b> Fauna terrestre y acuática
<b>Grupo 7:</b> Medio socioeconómico
<b>Grupo 8:</b> Seguridad industrial e infraestructura civil
<b>Grupo 9:</b> Calidad del agua y eutrofización
<b>Grupo 10:</b> Banco de materiales y uso de suelo



Al finalizar el taller la coordinación del proyecto conformó una serie de redes finales en base a las redes que generó cada grupo. Dichas redes fueron consensadas entre todos los expertos. Asimismo, cada coordinación generó nuevas matrices y fichas de identificación de impactos. De esta manera se obtuvieron las matrices, fichas y redes de identificación de impactos.



Un factor importante a tomar en cuenta, es la experiencia generada por los expertos de las áreas, quienes ya han realizado diversos trabajos de Manifestaciones de Impacto Ambiental de diferente envergadura y conocen los proyectos hidroeléctricos de otras zonas de estudio.

Entre las visitas realizadas por el grupo consultor destaca la de la Central Hidroeléctrica Aguamilpa (Solidaridad) en donde se observaron las condiciones ambientales en que opera un proyecto que inició su funcionamiento en 1994, con lo cual se establecieron los criterios para generar los escenarios futuros durante la evaluación ambiental del PH La Yesca, adicionalmente se identificaron los impactos provocados por un proyecto con 11 años de operación, así como algunas medidas de mitigación implantadas.

Otra de las visitas realizadas fue a la Central Hidroeléctrica Gral. Manuel M. Dieguez (Santa Rosa) construida entre los años 1957 a 1964 y localizada 61 km al NW de la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Durante la visita el grupo consultor, se conoció el funcionamiento y condiciones ambientales de un proyecto con 45 años en operación, el cual se encuentra en la etapa final de su vida útil proyectada a 50 años. Con esta visita el grupo encargado de la realización de la MIA se creó una perspectiva de lo que pudiera ser el proyecto en un periodo de vida similar al de Santa Rosa, desde luego con la diferencia en volúmenes y dimensiones del proyecto.

Una de las visitas para la identificación y evaluación de impactos fue la del sitio de la PH El Cajón (vuelo y por vía terrestre) en donde se pudieron observar desde la etapa de construcción de manera clara y precisa todas las actividades o procesos de un proyecto hidroeléctrico de esta magnitud.

La visita mas importante en relación con el proyecto en cuestión es la realizada a la Central Hidroeléctrica Zimapan, por la cercanía e influencia que esta tiene se crea un panorama claro de los potenciales impactos que pudieran generarse y proponer medidas de mitigación y compensación que ayuden a disminuir estos impactos,

### **V.3.1 REDES DE INTERACCIÓN**

Las redes de interacción son una herramienta útil para identificar los impactos indirectos, así como las interacciones entre los diferentes componentes ambientales. Sin embargo al aplicar el método hay que tener cuidado de reflejar únicamente aquellas interacciones significativas, para no acabar con redes inmensas, inmanejables o que no aporten ninguna información relevante.

Las redes de interacción se construyeron a partir de las redes propuestas por Brismar (2004) y se adecuaron a partir de las características principales del proyecto y de activar un proceso de reflexión donde se intentó identificar los impactos que se derivan de las mismas. Asimismo, una vez establecidos los impactos derivados de los componentes del proyecto, se continúa identificando los impactos secundarios que los impactos primarios pueden generar, así hasta agotar las vías de impacto. Una vez completada la red, la misma se depura para dejar únicamente las vías de impacto significativas.

En el proceso de preparar la MIA, se observó que el trabajar con redes permitió a los expertos tener una idea más clara sobre los impactos potenciales del proyecto previo a trabajar con las matrices causa-efecto.

Las redes que se generaron, (se encuentran en el capítulo VIII, anexo denominado “redes de interacción”). En dichas redes se puede observar los resultados de la interacción disciplinar, en la que fueron siendo resaltados los impactos relevantes indirectos. Al menos dos interacciones entre grupos disciplinares y la generación de descripción de impactos resultaron en la red consensuada final.

En estas redes, las interacciones significativas fueron acomodadas hacia la derecha y resaltadas. Aquellas interacciones que no resultaron en impactos significativos pero que fueron útiles en la identificación de efectos indirectos o residuales están presentes en las redes, hacia el sector izquierdo de la página y permiten ilustrar el proceso lógico iterativo de identificación de potenciales impactos.

### **V.3.2 MATRICES CAUSA-EFECTO**

Se preparó una matriz causa-efecto que refleja las obras y actividades, así como los elementos ambientales y sus procesos que serán afectados por el proyecto. La matriz general refleja todos los impactos identificados y evaluados. para las tres fases principales del proyecto (construcción, operación y abandono), tomando en cuenta los impactos aguas arriba y aguas debajo de la presa.

Las matrices causa-efecto son un método que nos permite identificar las interacciones entre los componentes del proyecto y los elementos del ambiente donde se prevén impactos. Asimismo permite vislumbrar dónde pueden darse impactos acumulativos (observando una columna se pueden ver todos los componentes del proyecto que va a impactar a un elemento ambiental en particular) y su representación permite visualizar fácilmente dichos puntos de impacto. Sin embargo este método tiene el inconveniente de que no permite la identificación de los impactos indirectos, por lo que fue complementado con el uso de redes de interacción.

Cada grupo disciplinar completó las columnas de la matriz que les correspondían, indicando con un número del 1 al 3 aquellas interacciones donde se preveían impactos significativos, según su grado de significancia aparente (siendo un 1 un impacto poco significativo, un 2 un impacto medianamente significativo, y un 3 un impacto altamente significativo).

Posteriormente se rellenaron las Fichas de Caracterización de Impactos para todas aquellas interacciones con impactos significativos potenciales (ver capítulo VIII, anexo fichas de impacto). Las Fichas de Caracterización de Impactos contienen criterios para homogenizar la asignación de los valores numéricos que son los indicadores del grado de significancia del impacto.

El llenado de las Fichas de Caracterización de Impactos permite revalorizar los grados de significancia asignados en la matriz. La aplicación del ejercicio mostró que algunos impactos que se consideraban inicialmente como significativos fueron revalorados como poco significativos y viceversa.

Se dieron tres iteraciones principales en el llenado de las matrices (y por lo tanto de las fichas). La primer serie de matrices (matrices preliminares de identificación de impactos) se completaron de manera independiente por parte de cada grupo de expertos, y sirvieron como documentos de discusión para el taller de identificación de impactos. La segunda interacción se dio durante el taller de identificación de impactos, dando como resultado las matrices de identificación de impactos (capítulo VIII anexo 26). Finalmente, una vez que se hicieron las evaluaciones detalladas de las interacciones proyecto-medio ambiente donde se preveían impactos significativos, las fichas de identificación de impactos y las matrices se actualizaron, dando como resultado las matrices de evaluación de impactos.

### **V.3.3 FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS**

Se desarrollaron dos tipos de Fichas de Caracterización de Impactos, una para los impactos positivos y otra para los negativos. Dichas fichas ayudan a identificar las características de los impactos, y así poder asignarles un nivel de significancia.

Se distinguen las siguientes características de los impactos:

- su **naturaleza** (positivo/negativo),
- su **acumulación** con otros impactos,
- su nivel de **sinergia** con otros impactos,
- el **tiempo** (del proyecto) en que ocurre (construcción, operación, abandono/desmantelamiento),
- su **duración** (muy corto, corto, largo o muy largo plazo),
- la **continuidad del efecto** (ocasional, temporal o permanente),
- su **reversibilidad** (altamente reversible, reversible a corto plazo, reversible a largo plazo, irreversible),
- su **intensidad** (muy baja, moderada, alta, muy alta),
- **ámbito** del impacto (entorno inmediato, entorno local, entorno regional, a gran escala),
- su **mitigabilidad** (mitigable mediante cambios menores al proyecto, mitigable requiriendo insumos adicionales a los previstos en el proyecto, no mitigable pero compensable, no mitigable ni compensable).

Asimismo las Fichas incluyen una sección donde se describen cualitativamente los impactos, de tal manera que quede un registro completo de la apreciación de los expertos a la hora de valorar los impactos. A todas estas características (excepto el tiempo en que el impacto ocurre en el proyecto) se les asigna un valor numérico. Los valores numéricos que puede adquirir un impacto varían entre un 5 y un 37. La valoración de los impactos negativos se hace de la siguiente manera:

<b>Valor</b>	<b>Significancia aparente</b>
5 – 13	Insignificante
14 – 21	Significancia baja

Capítulo V Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

22 – 29                      Significancia media  
 30 – 37                      Significancia alta

La Ficha contiene una serie de notas a pie de página que proporcionan una guía para interpretar los diferentes campos, de tal manera que las valoraciones sean lo más consistentes posible. A continuación se reproducen las Fichas de Caracterización de Impactos negativos.

Nombre de la Coordinación: \_\_\_\_\_                      MIA Regional                      Ficha de Identificación de Impactos N1

No. de referencia:		Interacción:		Puntos
Características del Impacto:				
Naturaleza	Positivo (llenar forma P1) <input type="checkbox"/>	Negativo <input type="checkbox"/>		
	Directo <input type="checkbox"/>	Indirecto <input type="checkbox"/>		
Acumulación:	Sin acumulación (0) <input type="checkbox"/>			
	Con 1 impacto (2) <input type="checkbox"/>	Con 2 impactos (4) <input type="checkbox"/>	Con 3 o más impactos (6) <input type="checkbox"/>	
	Con: Sinergias:			
Sinergias:	Sin sinergias: (0) <input type="checkbox"/>			
	Sinergia negativa baja <sup>1</sup> (2) <input type="checkbox"/>	Sinergia negativa media <sup>2</sup> (4) <input type="checkbox"/>	Sinergia negativa alta <sup>3</sup> (6) <input type="checkbox"/>	
	Con: Sinergias:			
Tiempo en que ocurre	Construcción <input type="checkbox"/>	Operación <input type="checkbox"/>	Abandono <input type="checkbox"/>	
	Inmediato <input type="checkbox"/>	Con desfase de tiempo <input type="checkbox"/>	Cuánto y porqué <input type="checkbox"/>	
Duración	Muy corto plazo (<1 mes)(1) <input type="checkbox"/>			
	Corto plazo (entre 1 mes y 1 año) (2) <input type="checkbox"/>			
	Largo plazo (entre 1 y 5 años) (3) <input type="checkbox"/>			
	Muy largo plazo (>5 años) (4) <input type="checkbox"/>			
Continuidad del efecto	Efecto poco ocasional (1) <sup>4</sup> <input type="checkbox"/>	Efecto ocasional (2) <sup>5</sup> <input type="checkbox"/>		
	Efecto temporal (3) <sup>6</sup> <input type="checkbox"/>	Efecto permanente(4) <sup>7</sup> <input type="checkbox"/>		
Reversibilidad	Altamente reversible (0) <sup>8</sup> <input type="checkbox"/>	Reversible a corto plazo (1) <sup>9</sup> <input type="checkbox"/>		
	Reversible a largo plazo (3) <sup>10</sup> <input type="checkbox"/>	Irreversible (5) <sup>11</sup> <input type="checkbox"/>		
Intensidad del impacto	Muy baja (1) <sup>12</sup> <input type="checkbox"/>			
	Moderada (2) <sup>13</sup> <input type="checkbox"/>			
	Alta (3) <sup>14</sup> <input type="checkbox"/>			
Ambito de impacto	Entorno inmediato (1) <sup>15</sup> <input type="checkbox"/>	Entorno local (2) <sup>17</sup> <input type="checkbox"/>		
	Entorno regional (3) <sup>18</sup> <input type="checkbox"/>	A gran escala (4) <sup>19</sup> <input type="checkbox"/>		
Mitigabilidad	Mitigable mediante cambios menores al proyecto (1) <input type="checkbox"/>	No mitigable pero compensable (3) <input type="checkbox"/>		
	Mitigable requiriendo insumos adicionales a los previstos (2) <input type="checkbox"/>	No mitigable no compensable (4) <input type="checkbox"/>		
Comentarios/implicaciones				
Significancia aparente:	Insignificante (5-13) <input type="checkbox"/>	Significancia baja (14-21) <input checked="" type="checkbox"/>	Significancia del Impacto:	
	Significancia media (22-29) <input type="checkbox"/>	Significancia alta (30-37) <input type="checkbox"/>	Puntos:	

<sup>1</sup> El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.  
<sup>2</sup> El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.  
<sup>3</sup> El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.  
<sup>4</sup> El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez.  
<sup>5</sup> El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.  
<sup>6</sup> El efecto se produce de forma intermitente y frecuente.  
<sup>7</sup> El efecto se produce de forma continua.  
<sup>8</sup> Efecto altamente reversible; la tensión puede ser revertida dadas las condiciones del sistema y de forma inmediata.  
<sup>9</sup> Efecto reversible a corto plazo, pero permanente durante 1 o 2 generaciones.  
<sup>10</sup> Efecto reversible a largo plazo con poca o sin intervención humana.  
<sup>11</sup> Efecto irreversible, o reversible con importante efecto residual.  
<sup>12</sup> Cuando los valores de la afectación son menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso en la zona de estudio son menores a 24% del total. De no aplicarse ninguna de los casos anteriores aplica el criterio de expertos.  
<sup>13</sup> Los valores de la afectación están entre 30-50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias del recurso en la zona de estudio.  
<sup>14</sup> Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50-74% de las existencias del recurso en la zona de estudio.  
<sup>15</sup> Cuando la afectación rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso en la zona de estudio.  
<sup>16</sup> Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.  
<sup>17</sup> El efecto ocurre hasta 5km más allá de los límites del predio o derecho de vía.  
<sup>18</sup> El efecto se manifiesta a más de 5km del predio.  
<sup>19</sup> Efecto con alcance que sobrepasa los límites del área de estudio.  
<sup>20</sup> Para que un impacto se considere compensable, la medida de compensación tiene que favorecer a las mismas variables afectadas. Por ejemplo, si se afecta un tipo de hábitat una medida de compensación sería proteger el mismo hábitat en una zona cercana a

La Ficha para los impactos positivos es similar, excepto que no incluye los campos de reversibilidad y mitigabilidad, siendo la escala entre el 4 y el 28:

Capítulo V Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

Valor	Significancia aparente
0 – 7	Insignificante
8 – 14	Significancia baja
15 – 21	Significancia media
22 – 28	Significancia alta

Nombre de la Coordinación: \_\_\_\_\_  
MIA Regional

Ficha de Identificación de Impactos P1

No. de referencia:			
Interacción:			
Características del impacto:		Puntos	
Naturaleza	Positivo	<input type="checkbox"/> Negativo (llenar forma N1)	<input type="checkbox"/>
	Directo	<input type="checkbox"/> Indirecto	<input type="checkbox"/>
Con:	<b>Acumulación:</b> Sin acumulación (0) <input type="checkbox"/> Con 1 impacto (2) <input type="checkbox"/> Con 2 impactos (4) <input type="checkbox"/> Con 3 o más impactos (6) <input type="checkbox"/>		
	<b>Sinergias:</b> Sin sinergias: (0) <input type="checkbox"/> Sinergia positiva baja <sup>1</sup> (2) <input type="checkbox"/> Sinergia positiva media <sup>2</sup> (4) <input type="checkbox"/> Sinergia positiva alta <sup>3</sup> (6) <input type="checkbox"/>		
Tempo en que ocurre	Construcción <input type="checkbox"/> Operación <input type="checkbox"/> Abandono <input type="checkbox"/> Inmediato <input type="checkbox"/> Con desfase de tiempo <input type="checkbox"/> Cuánto y porqué <input type="checkbox"/>		
Duración	Muy corto plazo (<1 mes) (1) <input type="checkbox"/> Corto plazo (entre 1 mes y 1 año) (2) <input type="checkbox"/> Largo plazo (entre 1 y 5 años) (3) <input type="checkbox"/> Muy largo plazo (>5 años) (4) <input type="checkbox"/>		
Continuidad del efecto	Efecto poco ocasional (1) <sup>4</sup> <input type="checkbox"/> Efecto ocasional (2) <sup>5</sup> <input type="checkbox"/> Efecto temporal (3) <sup>6</sup> <input type="checkbox"/> Efecto permanente (4) <sup>7</sup> <input type="checkbox"/>		
Intensidad del impacto	Muy baja (1) <sup>8</sup> <input type="checkbox"/> Moderada (2) <sup>9</sup> <input type="checkbox"/> Alta (3) <sup>10</sup> <input type="checkbox"/> Muy Alta (4) <sup>11</sup> <input type="checkbox"/>		
Ámbito de impacto	Entorno inmediato (1) <sup>12</sup> <input type="checkbox"/> Entorno local (2) <sup>13</sup> <input type="checkbox"/> Entorno regional (3) <sup>14</sup> <input type="checkbox"/> A gran escala (4) <sup>15</sup> <input type="checkbox"/>		
Comentarios/implicaciones			
Significancia aparente:	Insignificante (0-7) <input type="checkbox"/> Significancia baja (8-14) <input checked="" type="checkbox"/> Significancia media (15-21) <input type="checkbox"/> Significancia alta (22-28) <input type="checkbox"/>		Significancia del Impacto: Puntos: <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales

<sup>2</sup> El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.

<sup>3</sup> El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.

<sup>4</sup> El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez.

<sup>5</sup> El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.

<sup>6</sup> El efecto se produce de forma intermitente y frecuente.

<sup>7</sup> El efecto se produce de forma continua.

<sup>8</sup> Cuando los valores de la afectación son menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso en la zona de estudio son menores a 24% del total. De no aplicarse ninguna de los casos anteriores aplica el criterio de expertos.

<sup>9</sup> Los valores de la afectación están entre 30-50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias del recurso en la zona de estudio.

<sup>10</sup> Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50-74% de las existencias del recurso en la zona de estudio.

<sup>11</sup> Cuando la afectación rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso en la zona de estudio.

<sup>12</sup> Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.

<sup>13</sup> El efecto ocurre hasta 5km más allá de los límites del predio o derecho de vía.

<sup>14</sup> El efecto se manifiesta a más de 5km del predio.

<sup>15</sup> Efecto con alcance que sobrepasa los límites del área de estudio.

## **V.4 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS**

### **V.4.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS**

A continuación se enlistan y describen los impactos identificados para las distintas etapas que tendrá el proyecto mediante la codificación alfanumérica, donde el número que es la actividad corresponda al factor que son las letras, esto en la matriz de impacto. Es importante aclarar que la etapa de abandono no se consideró debido a la magnitud de la vida útil del proyecto (50 años) y a que éstos, a nivel nacional e internacional, son adecuados para alargar su etapa de operación, por lo que existe incertidumbre sobre lo procedente una vez que termine su vida útil.

#### **V.4.1.1 Significancia alta**

##### **Medio Físico**

##### **Fase de Construcción**

1 / v, w. Desmontes y despalmes / Erosión de sedimentos y rocas. Depositación de sedimentos.

Las actividades de desmontes y despalmes tendrán interacción con los factores de erosión de sedimentos y roca y con la depositación de sedimentos, presentando acumulación con los cortes, las excavaciones, las compactaciones y las nivelaciones, así como con la habilitación de caminos y la emoción en masa puntual, presenta sinergia con los factores de disminución de la calidad visual, la modificación del drenaje, la pérdida de suelos y de cubierta vegetal, por lo tanto este impacto negativo es de significancia alta.

##### **1 / ab. Desmontes y despalmes / Erosión.**

Al realizar las actividades de desmonte y despalme, incrementa el riesgo de erosión y aumenta las posibles amenazas de deslaves; por lo tanto es considerado como un impacto negativo de significancia alta, con generación de sinergia baja a moderada en el sitio de construcción con erosión por arrastre y por deposición, presentando acumulación en la capacidad de los suelos y actividad biológica.

##### **1 / ag. Desmontes y despalmes / Capacidad de Recuperación de Suelos.**

Las áreas donde se realizaran actividades de desmontes y despalmes para el establecimiento y construcción de obras serán sitios donde no podrá recuperarse el suelo, y al ser este un recurso no renovable, compensable mas no mitigable y permanente esto lo hace un impacto de significancia alta.

##### **18 / v. Habilitación de caminos / Erosión de sedimentos y roca**

Los materiales removidos durante la construcción de los caminos, y la erosión de taludes y de los mismos caminos en temporada de lluvias, generan depósitos sedimentarios. El corte de pendiente para la construcción de caminos y otras obras asociadas, la modificación de redes de drenajes locales y la generación de depósitos sedimentarios metaestables; puede favorecer el aumento de remoción

en masa a escala puntual. La remoción en masa incluye fenómenos de transporte sedimentario controlados por la gravedad y con variable participación del agua en su matriz. Este impacto negativo es de significancia media, con acumulación en las actividades de construcción, modificación del drenaje, desmontes y despalmes, rellenos, remoción en masa puntual y sinergia en la disminución de la calidad visual, y la modificación del drenaje.

**18 / w. Habilitación de caminos / Depositación de sedimentos**

Los materiales removidos durante la habilitación de los caminos, y la erosión de taludes y de los mismos caminos en temporada de lluvias, generan depósitos sedimentarios. El corte de pendiente para la construcción de caminos y otras obras asociadas, la modificación de redes de drenajes locales y la generación de depósitos sedimentarios metaestables; puede favorecer el aumento de remoción en masa a escala puntual. La remoción en masa incluye fenómenos de transporte sedimentario controlados por la gravedad y con variable participación del agua en su matriz, estos impactos negativos son catalogados de significancia alta.

**29 / at. Consumo de Agua / Reemplazo de manantiales de baja calidad**

En la zona la población actual se abastece de afloramientos de agua subterránea, las fuentes utilizadas actualmente no resultan suficientes para abastecer personal que realizara las obras de construcción por lo que se prevé el establecimiento de nuevas fuentes de agua lo cual beneficiarán a la población actual, permanente y futura. Este impacto es positivo y presenta acumulación con: una mayor disponibilidad de agua para el consumo humano; la construcción de campamentos y la calidad del agua subterránea, y sinergia con la competencia por el recurso; la recolocación de población y una mejora recreativa

**33 / ai. Llenado del vaso / Calidad microbiológica**

Los resultados del modelo de eutrofización para el embalse del Santa Clara indican que este proceso se desarrollará durante la fase de llenado, principalmente en la cola del embalse. El llenado en sí no provoca o favorece directamente la eutrofización, pero sí el cambio de cuerpo lóxico a léntico. La eutrofización se genera por la reproducción creciente de algas y de bacterias aeróbicas promovida en el nuevo embalse rico en nutrientes Este impacto es negativo de significancia alta con acumulación en la calidad fisicoquímica, la variación microclimática, la presencia de vegetación acuática flotante, , así como el deterioro calidad del paisaje, y sinergia con la presencia de la presa, la fauna acuática, la generación de gases invernadero, la retención de sedimentos y la calidad del agua del embalse de Santa Clara.

**33 / aj. Llenado del vaso / Calidad fisicoquímica**

La masa vegetal que quedará sumergida en el embalse, junto con la deteriorada calidad del agua de entrada por el Río Moctezuma al nuevo cuerpo léntico incrementará significativamente las demandas química y bioquímica de oxígeno, tanto en el agua, como en los sedimentos. La disminución en los niveles de oxígeno disuelto limitará o cancelará la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua. El llenado del embalse aumenta el nivel del agua en los cauces tributarios en la zona de inundación, la mayoría de estos cauces están libres de contaminación y tendrán una mezcla de agua contaminada con agua limpia que

cambiará las condiciones de calidad del agua. Este impacto negativo de significancia alta tiene acumulación en la calidad fisicoquímica, la variación microclimática, la presencia de vegetación acuática flotante, así como el deterioro calidad del paisaje, y sinergia con la presencia de la presa, la fauna acuática, la generación de gases invernadero, la retención de sedimentos y la calidad del agua del embalse del PH Santa Clara.

### **33 / ak. Llenado del vaso / Pérdidas acumulativas en la cuenca hidrológica por evaporación y cambios en ecosistemas litorales**

El efecto principal de la pérdida de agua por evaporación en la cuenca del Río Moctezuma desde cuerpos lénticos artificiales – impacto acumulativo regional del PH Santa Clara con otros embalses artificiales ya existentes en la misma cuenca – se podría manifestar en la zona costera con potenciales cambios en la salinidad. El proceso no es lineal – existen cambios en los regímenes de descarga estacional, modificación de carga sedimentaria, etc. – y no se cuenta con información antecedente que permita manejar las incertidumbres del sistema complejo y las tendencias reales del potencial efecto de la evaporación cuenca arriba.

La evaporación de agua ocurre durante el llenado del embalse y operación. Si bien el volumen estimado de pérdida de agua para el embalse del PH Santa Clara no es relevante a nivel de regional de cuenca hidrológica del Río Moctezuma, sería significativo como impacto negativo acumulativo por la presencia de otras presas. El efecto principal de la pérdida de agua por evaporación en la cuenca del Río Moctezuma desde cuerpos lénticos artificiales –impacto acumulativo regional del PH Santa Clara con otros embalses artificiales ya existentes en la misma cuenca – se podría manifestar en la zona costera con potenciales cambios en la salinidad.

### **33 / ao. Llenado del vaso / Eutrofización**

Los resultados del modelo de eutrofización para el embalse del PH Santa Clara<sup>1</sup> indican que el proceso de eutrofización se desarrollará en el lago artificial durante la fase de llenado, principalmente en la cola del embalse dentro del fondo del valle del Río Moctezuma.

El cambio de cuerpo lóxico a léntico favorece directamente la eutrofización. Este proceso se genera por la reproducción creciente de algas y de bacterias aeróbicas promovida en el nuevo embalse rico en nutrientes –en las zonas de influencia de aporte de aguas del Río Moctezuma de baja calidad- y el consecuente consumo de oxígeno por la descomposición bacteriana de algas y de la materia orgánica vegetal inundada.

Las grandes cantidades de masa vegetal que quedará sumergida en el embalse, junto con la deteriorada calidad del agua de entrada por el Río Moctezuma al nuevo cuerpo léntico incrementarán significativamente las demandas química y bioquímica de oxígeno, tanto en el agua, como en los sedimentos. La disminución –o agotamiento- en los niveles de oxígeno disuelto limitará o cancelará la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua.

<sup>1</sup> Ver apartado *Modelación Matemática de las Concentraciones de Contaminantes en Cuerpos Lénticos (Lagos y Presas)* en este mismo capítulo  
*Manifestación de Impacto Ambiental P. H. Santa Clara*



Los niveles de oxígeno disuelto en la presa se prevé que serán bajos, de modo que sólo la capa más superficial de la presa tendrá oxígeno disuelto. La elevada demanda de oxígeno se incrementará con la profundidad, hasta que el fondo se alcance la demanda máxima debida a la que ejercerán los sedimentos.

### **33 / an. Llenado del vaso / Variación del cauce-Red de drenaje**

El cambio de régimen de lótico a léntico por la creación de un cuerpo de agua de gran volumen y área superficial, aumentará la posibilidad de transporte fluvial. En un escenario en el que el nivel del agua alcance una mayor profundidad y estabilidad en el embalse, las variaciones favorecerán la movilidad así como la aparición de actividad de pesca para comunidades en marginación geográfica. Por lo tanto es un impacto positivo con acumulación en las actividades de navegación y pesca, con sinergia en la accesibilidad a recursos (turismo, inversión, empleo), y mayor seguridad e integridad física por la disminución de riesgo al cruce del río.

## ***Fase de Operación***

### **34 / ai. Presencia de la presa / Calidad microbiológica**

Las nuevas condiciones (cuerpo léntico, variación de características fisicoquímicas, aumento de nutrientes) se favorece la reproducción de algas y de bacterias aeróbicas, con el consecuente consumo de oxígeno por la descomposición bacteriana de algas y de la materia orgánica vegetal inundada. La disminución o agotamiento de los niveles de oxígeno disuelto modificará el tipo de formas de vida acuática en el embalse (esperándose las formas de vida bacteriana anaeróbicas y facultativas, entre ellas formas patógenas).

### **34 / aj. Presencia de la presa / Calidad fisicoquímica**

Con las nuevas condiciones (cuerpo léntico, cuerpo de agua de gran profundidad, aumento de nutrientes) varían las características fisicoquímicas como el color, turbiedad, temperatura, que aunado al aumento de nutrientes, se favorece en algunos estratos del cuerpo de agua, el proceso de eutrofización. La disminución o agotamiento de los niveles de oxígeno disuelto propiciará formación de metano. Además, la entrada al embalse de corrientes con distinta calidad generará zonas de mezcla con diferentes características y por lo tanto diferentes avances en el proceso de eutrofización.

Por lo tanto este impacto es negativo de significancia alta, presenta acumulación con el llenado del embalse, con la regulación del caudal, con la calidad fisicoquímica, con la calidad visual (formación de franja estéril), y sinergia con la afectación de la vida acuática (peces), la eutrofización, la generación de metano y la evapotranspiración.

### **34 / ak. Presencia de la presa / Aumento de la evaporación**

El efecto causado por la evaporación se acumula con el causado por la evapotranspiración, y aunque el volumen de evaporación y evapotranspiración no es relevante a nivel de la cuenca, el efecto acumulativo con otras presas construidas (y por construirse) puede ser considerable. El efecto principal de la

pérdida de agua por evaporación en la cuenca del Río Moctezuma desde cuerpos lénticos artificiales se podría manifestar en la zona costera con potenciales cambios en la salinidad. El proceso no es lineal – existen cambios en los regímenes de descarga estacional, modificación de carga sedimentaria, etc. – y no se cuenta con información antecedente que permita manejar las incertidumbres del sistema complejo y las tendencias reales del potencial efecto de la evaporación cuenca arriba, presenta acumulación con la calidad biológica del agua y con las condiciones climatológicas calidad fisicoquímica del agua, pérdida acumulativa en la cuenca y sinergia con la eutrofización (generación de gases invernadero), y la proliferación de plantas acuáticas, por lo tanto es un impacto negativo de significancia alta.

#### **34 / al. Presencia de la presa / Aumento de la evapotranspiración**

Se espera que la presa tenga un proceso de eutrofización, favoreciendo la presencia de biomasa acuática sobre la superficie del cuerpo de agua, que tiende a aumentar significativamente la evapotranspiración. El efecto causado por la evapotranspiración se acumula con el causado por la evaporación, y aunque el volumen de evaporación y evapotranspiración no es relevante a nivel de la cuenca, el efecto acumulativo con otras presas construidas (y por construirse) puede ser considerable. El efecto principal de la pérdida de agua por evaporación y evapotranspiración en la cuenca completa, podría manifestar en la zona costera con potenciales cambios en la salinidad. Este es un impacto negativo con acumulación en la calidad biológica del agua y las condiciones climatológicas calidad fisicoquímica del agua, así como con la pérdida acumulativa en la cuenca, y sinergismo con la eutrofización (generación de gases invernadero) y la proliferación de plantas acuáticas.

#### **34 / am. Presencia de la presa / Variaciones del flujo**

El impacto generado por la presencia de la presa en la modificación del flujo de agua en el Río Moctezuma es doble, pues por un lado estabiliza las variaciones procedentes de partes más altas de la cuenca y por otro modifica el régimen del río, cambiándolo de lóxico a léntico, este impacto es negativo y significativo con acumulación en la depositación de sedimentos, en la generación de franja estéril, cambio en el paisaje y cambio en las condiciones fisicoquímicas (termoclinas), sinergismo con la estratificación en el embalse, la generación de gases de invernadero y aumento de evapotranspiración.

#### **34 / ao. Presencia de la presa / Aumento en la concentración de nutrientes: Disminución de la calidad de agua por eutrofización y Limitaciones al desarrollo de fauna acuática**

La profundidad del embalse será suficiente para esperar la estratificación de la presa, por lo que el oxígeno disuelto que entre por la superficie del embalse no permeará. Este es un impacto negativo de significancia alta con acumulación en el llenado del embalse, la regulación del caudal, la calidad fisicoquímica y microbiológica y la calidad de la descarga final de la cuenca, sinergismo con la afectación de la vida acuática (peces) y del paisaje.

#### **34 / ap. Retención de sedimentos en el vaso del embalse. Disminución de la profundidad del vaso, efectos sobre ecosistemas aguas abajo y limitación de la vida útil.**

La depositación paulatina de los rodados, grava y arenas en las distintas posiciones de la cola irá colmatando los actuales rápidos y pozas del cauce y conformando una planicie aluvial sedimentaria. Con el tiempo, la sedimentación de los finos terminará por cubrir el fondo del embalse e irá colmatando paulatinamente el fondo de los valles inundados, reduciendo la profundidad del embalse.

Este es un impacto acumulativo, indirecto y relevante con un elevado grado de incertidumbre. No se cuenta con información antecedente que permita manejar las incertidumbres del sistema complejo y las tendencias reales del potencial efecto de la retención de sedimentos cuenca arriba.

El proceso de asolvamiento y por tanto la reducción en la vida útil de la presa representa un impacto directo y relevante a largo plazo. La información antecedente y generada no permite estimar con un margen adecuado de exactitud los escenarios de colmatación del vaso, en particular por la incertidumbre (calidad, densidad y proyección histórica) sobre la información de procesos de transporte de sedimentos en el sistema estudiado y que genera las futuras medidas de manejo de sedimentos de las presas localizadas aguas. Este impacto es negativo y relevante a largo plazo.

### **38 / aj. Regulación del caudal / Calidad fisicoquímica**

La retención de flujo aguas arriba y la descarga variable de agua con menor concentración de oxígeno disuelto desde el embalse del PH Zimapán disminuirá la profundidad del espesor con suficiente oxígeno disponible para la vida acuática superficial en el embalse de Santa Clara y favorecerá el deterioro de otros parámetros químicos de calidad del agua. El ancho de la franja de fluctuación de nivel del agua sobre las laderas del valle (denominada aquí como franja muerta) aumentará por la disminución del nivel en el embalse por descenso en el caudal de alimentación desde el Río Moctezuma. Este impacto en la calidad del agua y del paisaje, si bien es significativo, tendrá una duración limitada. El período de influencia por el llenado del embalse del PH Santa Clara será de dos años en un escenario de bajas precipitaciones estacionales. Presenta acumulación con la afectación a la vida acuática, con la generación de flora acuática flotante, la depositación de sedimentos en la cola del embalse y sinergismo con la calidad visual, la generación de franja estéril y la calidad microbiológica del agua. Por lo tanto es un impacto negativo de significancia alta.

### ***Medio Biótico***

#### ***Fase de Construcción***

**1 / az, ba, bb, bc. Desmontes y despalmes / Especies con estatus de vegetación; de valor social; endémicas y restringidas. Otras especies**

La realización del PH Santa Clara impactará negativamente en el medio biótico a la vegetación terrestre y acuática lo cual generara impactos de significancia alta siendo la acción de desmontes y despalmes la que tendrá efectos contra factores como : especies con estatus de conservación; especies con valor social y comercial; especies endémicas y restringidas y otras especies.

Por lo que respecta a la vegetación terrestre y acuática solo se prevé un impacto negativo de significancia “alta” donde interviene la interacción de los desmontes y despalmes con otras especies, dirigido a la etapa de construcción y debido a la apertura de caminos y áreas que cuando la obra se lleve a cabo los habitantes tendrán que abrir tanto para el paso de ellos como del ganado; por el mal manejo del material de desmonte se pueden ocasionar incendios que afectarían áreas naturales muy distantes del proyecto.

### ***Fase de Operación***

#### **34 / bc. Presencia de la presa / Otras especies**

Dentro de los impactos negativos para la vegetación terrestre y acuática de significancia alta encontramos para esta fase solo: la presencia de la presa, contra estos factores: especies con estatus de conservación; especies con valor social y comercial; especies endémicas y restringidas y otras especies, debido a que en la zona del embalse se encuentran especies silvestres con utilidad alimenticia, Estos impactos son sinérgicos con: habilitación de caminos, llenado del vaso.

### ***Medio Socioeconómico***

#### ***Fase de construcción***

#### **15 y 27 / bo. Presencia de campamentos (Cabecera municipal) y Levantamiento de la cortina / Crecimiento demográfico**

Las actividades que giran en torno a la presencia de personal presentan un impacto significativo con valor positivo con respecto al aumento de la población en las comunidades o centros de población cercanos a los sitios donde se localizaran los campamentos

#### **27 / bq, bt y bv. Levantamiento de la cortina / Migración, Empleo e Ingresos de trabajadores.**

La oferta laboral la cual presentara su curva mas alta al momento del levantamiento de la obra de contención presenta un impacto positivo con significancia alta ya que disminuirá la migración de los pobladores en busca de empleo, y aumentara las actividades económicas con la disposición de efectivo producto de los sueldos de los trabajadores y de manera indirecta las actividades económicas por el requerimiento de bienes y servicios para los trabajadores y sus familias.

#### **15 / cc, ce y cr. Presencia de campamentos (Cabecera municipal)/**

### **Educación, Vivienda y Cambios en aspectos religiosos**

La presencia de campamentos en donde se alojaran los trabajadores requerirá de bienes y servicios básicos los cuales los centros de población no están preparados para satisfacer la demanda de estos lo cual traerá conflictos sociales, por lo anterior se considera un impacto negativo de significancia alta.

### **18 y 19 / ck y cl. Habilitación de caminos y Pavimentación / Sistema urbano y Sistema vial.**

La apertura de nuevos caminos y el mantenimiento de los actuales que serán utilizados para el proyecto traerá un impacto positivo de significancia alta la cual beneficiara a los propietarios de los predios colindantes a estas obras si como a los usuarios de los caminos.

#### **V.4.1.2 Significancia media**

##### **Medio Físico**

##### **Fase de Construcción**

### **33 / a, b, c, e, f. Llenado del vaso / Temperatura, Humedad relativa, Evaporación, Radiación solar y Albedo**

Con el llenado del vaso se incrementa la humedad relativa, aumenta la capacidad termorregulatoria y las temperaturas se hacen menos extremosas. Se incrementa el efecto de enfriamiento evaporativo. Consecuentemente presenta acumulación con la temperatura, la humedad relativa, la evaporación, la radiación solar y el albedo. Identificándose estos como impactos positivos de significancia media.

Así bien esta misma acción (llenado del vaso) también presenta impactos negativos relacionados con el incremento de la humedad relativa. La combinación de humedad relativa más alta y altas temperaturas durante el verano crea condiciones de bajo confort ambiental para el humano. El efecto negativo de la combinación de altas temperaturas y mayor humedad relativa (que la actual) al traducirse en índices de confort menos favorables, no es mitigable pero sí compensable, debido a la desaparición del estrato altitudinal más bajo del vaso, con lo que desaparece la zona más cálida del área de estudio.

### **1 / a, b, c, e, f. Desmontes y despalmes / Temperatura. Humedad relativas. Evaporación. Radiación solar. Albedo**

Otro de los impactos negativos identificados de significancia media es el desmonte y despalme, los cuales tiene que ver con los factores de disminución de la humedad relativa por lo que las temperaturas se disparan, disminuye la humedad del suelo por evaporación al remover la vegetación, aumenta el albedo y disminuye la cantidad captada de radiación solar, se presenta un cambio en el clima local, siendo el aspecto más perceptible que las temperaturas máxima y mínima se hacen más extremosas. Presenta acumulación con la habilitación de los caminos, con la temperatura, la humedad relativa, la evaporación, la radiación solar, el albedo y presenta sinergia con la pavimentación.

#### **5 / q. Cortes / PST**

Este impacto negativo es de significancia media, se presenta durante la fase de construcción. Es temporal y reversible porque dejarán de emitirse partículas una vez que concluya esta actividad. Se considera de muy alta intensidad por las altas emisiones de partículas que pueden presentarse, lo que a su vez puede generar altas concentraciones en la zona del proyecto, se proponen medidas de mitigación para las emisiones de partículas. Presenta acumulación y sinergia con erosión.

#### **2, 3, 4, 6, 7, 18, 25, 26, 28 / i, q. Actividades en la etapa de construcción / PM10. PST.**

Con respecto a los impactos negativos de significancia media, nos encontramos con las variantes de PM10 y PST, las cuales se presentan durante la fase de construcción, siendo estos temporales y reversibles por que dejarán de emitirse las partículas una vez que concluya esta actividad. Se considera de alta intensidad por las altas emisiones de partículas que pueden presentarse, lo que a su vez puede generar altas concentraciones en la zona del proyecto. Se tiene acumulación y sinergia con la erosión y la desertificación.

#### **18 / v. Acumulación de sedimentos en el vaso del embalse/ Aumento en la tasa de azolvamiento**

La disminución de la velocidad de flujo y la capacidad de carga sedimentaria de los cursos de agua al entrar en el embalse (cambio de régimen de lótico a léntico) propicia la sedimentación. En la cola del embalse tienden depositarse los materiales gruesos (arenas, gravas) y en las zonas más profundas y hacia la cortina sedimentan paulatinamente limos y arcillas (fracción sedimentaria más fina). Como resultado de la variación estacional anual que tendrá el nivel de embalse, la posición de depositación de la cola del embalse. La posición paulatina de los rodados, grava y arenas en distintas posiciones de la cola irá colmatando los actuales rápidos y pozas del cauce y conformando una planicie aluvial sedimentaria. Con el tiempo, la sedimentación de los finos terminará por cubrir el fondo del embalse e irá colmatando paulatinamente al fondo de los valles inundaos, reduciendo la profundidad del embalse.

La generación del material azolvante relevante desde el punto de vista ambiental se origina mediante diversos fenómenos de erosión, transporte y sedimentación. Los cortes en laderas y la extracción de áridos durante el proceso constructivo contribuyen a la erosión y posterior depositación de sedimentos ladera abajo, incluyendo el aporte de potenciales procesos de remoción en masa puntuales. El retransporte de este material sedimentario puede generar la posterior acumulación de sedimentos en la parte del embalse cercana a la cortina. Este impacto es negativo y de relevancia media.

#### **33 / s. Llenado del vaso / Sismos inducidos**

Uno de los mayores impactos en la construcción de una obra generadora de electricidad es el llenado del embalse. La sismicidad inducida en embalses representa cualquier cambio originado en el comportamiento sísmico de una región provocado por la presencia de la obra. Este tipo de sismicidad depende

directamente de la velocidad del llenado y condiciones geológicas del área, como es el fracturamiento de la roca y las variaciones cíclicas de los niveles del embalse, presentando acumulación con el desprendimiento y sinergia con flujos y deslizamientos. Este impacto negativo es de significancia media con acumulación en los desprendimientos y sinergia flujos y deslizamientos.

**19 / ab. Pavimentación / Erosión**

La pavimentación de caminos genera un proceso de desplazamiento del suelo fértil; una ventaja del proceso es que los caminos pavimentados presentan mínimo riesgo de erosión, por lo tanto es un impacto positivo de mediana significancia.

**21 / ab. Reubicación de la vegetación / Erosión**

La reubicación de la vegetación, especialmente la arbórea es un impacto positivo de significancia media, que requiere de manejo de suelos y plantas. Es un efecto benéfico al entorno, el cual apoya el control de la erosión del suelo; con incremento de la capacidad del suelo y de la actividad biológica, con acumulación en la desertificación y una sinergia positiva con el incremento de fauna por la reforestación.

**3 / ab, ac, ad, ae. Excavaciones, compactaciones y nivelaciones / Erosión. Capacidad de los suelos. Desertificación. Actividad biológica del suelo**

Durante la construcción de la cortina, quedarán inutilizados agrológicamente los suelos del sitio de la boquilla, afectando la capacidad de los suelos y la actividad biológica de éstos. El impacto negativo de significancia media, es compensable ya que se restauraran las áreas colindantes.

**5 / ab. Cortes / Erosión**

Los cortes se realizan una vez ocurridos el desmonte y el despalme; se deberán contemplar medidas para el control de los escurrimientos pluviales, para evitar la erosión del material geológico. Es un Impacto negativo de significancia media presenta acumulación con acumulación en bancos de material y caminos.

**7 / ag. Rellenos en cuerpos de agua / Inundaciones**

Los rellenos ocasionarán interrupciones del flujo fluvial normal y se propiciara la inundación en el sitio. Ente impacto negativo es de sinergia media, con sinergia negativa en el proceso de inundación, la capacidad agrícola y biológica.

**17, 18 / ab. Generación de aguas residuales / Habilitación de caminos. Erosión**

Los siguientes impactos negativos son de significancia media. La generación de aguas residuales del proceso industrial a generar, deberá controlarse, mediante el uso de insumos adecuados y el pre-tratamiento de esas aguas. Por lo tanto es necesario dar tratamiento a las aguas de residuales, con el fin de evitar contaminación del suelo e incrementar la contaminación del agua.

La habilitación de caminos puede generar erosión de suelos o controlarla. Generalmente se realizan cortes y rellenos. Se deben implementar medidas para el control y canalización de los escurrimientos pluviales.

**25, 26, 28, 30 / ab. Dinamitado. Excavaciones. Extracción de áridos. Relocalización de la población / Erosión**

El dinamitado afecta las áreas colindantes inmediatas, dependiendo del tipo de dinamita será el impacto (desprendimiento de material geológico para la cortina, socavones y túneles, cimentación de la presa, etc.) se presenta acumulación con la capacidad del suelo y la contaminación, y sinergia bancos de material.

Los rellenos podrán realizarse tanto para la construcción de la cortina como en bancos de material geológico; deberán contemplar medidas para el control de avenidas máximas y escurrimiento superficial, el relleno presenta trae como consecuencia un efecto de desertización en el sitio, si corresponde a la cortina de la presa. Los rellenos ocasionarán interrupciones del flujo fluvial normal y se propiciara la inundación en el sitio, acumulación con capacidad agrícola y biológica.

La extracción de áridos afectará el sitio de servicio, por lo que deberán contemplar medidas de mitigación basadas en obras de conservación del suelo y del agua, así como medidas de restauración de la vegetación nativa, muestra sinergia con erosión por arrastre y por deposición.

La reubicación de poblaciones pequeñas afectadas, requiere la apertura de caminos de acceso y disposición de terrenos para urbanizar; por lo que se afecta la capacidad agrológica del suelo y la actividad biológica del mismo; se inducen procesos de contaminación de suelos por residuos domésticos y aguas residuales. Mostrando acumulación con la capacidad de los suelos, la contaminación y la actividad biológica del suelo.

Todos estos impactos son negativos de significancia media.

**11 / an. Desviación del curso de agua / Variación del cauce y modificación del drenaje durante construcción**

La obra de desvío del Río Moctezuma producirá la principal modificación del cauce durante la etapa de construcción. Estas obras propiciarán el aumento en la velocidad del flujo por disminución de área de recorrido en las ataguías en comparación con la del cauce sinuoso original, y el primer cambio de erosión/depositación en el cauce del Río Moctezuma. Las variaciones de flujo ocasionan cambios aguas abajo en velocidad y profundidad del agua -sumado a un aumento de sólidos en suspensión por aporte de sedimentos desde zonas de obra civil asociadas a la cortina-produciendo condiciones distintas a las previas al proyecto, transportando más sedimentos hasta el embalse de PH Santa Clara, donde azolverán. El ámbito local en el que se dará el efecto de estos procesos temporales por la presencia del embalse del PH Santa Clara disminuye su relevancia ambiental. Este es un impacto negativo de significancia media presentando acumulación con la erosión y posterior la depositación de sedimentos, la calidad visual del paisaje y la fauna acuática, con sinergia en el traslado de especies migratorias de fauna acuática, cambios fisicoquímicos en el agua y en la cola del embalse de PH Santa Clara.

Las obras de infraestructura civil inducirán la alteración en el régimen hidrodinámico del cauce del Río Moctezuma. En particular, las obras de desvío del cauce desde las ataguías de material impermeable localizada aguas arriba y el drenaje a través de los túneles, propiciarán el aumento en la velocidad del flujo



por disminución de área de recorrido – en comparación con la del cauce sinuoso original.

La conducción temporal de las aguas por túneles de desvío produce el primer cambio entre erosión / depositación en el cauce del Río Moctezuma. Estas variaciones en el flujo ocasionan cambios aguas abajo en velocidad y profundidad del agua- sumado a un aumento de sólidos en suspensión por el aporte de sedimentos desde zonas de obra civil asociadas a la cortina con alteración de pendientes y el movimiento de tierra en sitios localizados aguas arriba del túnel - produciendo así condiciones distintas a las previas al proyecto, afectando a la vida acuática, modificando el paisaje, transportando más sedimentos hasta la posición del embalse de PH Santa Clara, donde azolverán.

### **18 / an. Construcción/habilitación de caminos / Modificación de escorrentía, erosión y re-depositación de sedimentos**

La construcción de caminos en un ambiente de alto relieve relativo implica el movimiento de suelos y cambio de pendientes. Considerando al paisaje de la zona de estudio como elemento integrador y dinámico que abarca los cambios por interacción de obras con procesos físico naturales y la línea de base ambiental<sup>2</sup>, la construcción de caminos en áreas de continuidad y homogeneidad visual, genera cambios de linealidad del paisaje e intersección de planos visuales, con efectos negativos en la calidad visual del paisaje.

Los caminos pueden considerarse nexos -con efectos lineales- de una red de obras con efectos ambientales puntuales. La apertura de caminos es previa y condición para la generación de impactos en entorno inmediato sobre la fauna y a la flora local<sup>3</sup>, además de modificaciones de la red de drenaje, afectación de la cobertura vegetal y de suelos por efectos acumulativos y sinérgicos de obras que requieren de acceso previo al sitio a través de caminos.

Los materiales removidos durante la construcción de los caminos, y la erosión de taludes y de los mismos caminos durante la temporada de lluvias, generan depósitos sedimentarios que son fácilmente transportados y depositados pendiente abajo. La re-movilización de estos sedimentos por efecto de la gravedad y la erosión hídrica impacta directamente a la vegetación pendiente abajo. Estos sedimentos pueden alcanzar cursos de agua, aumentando su carga sedimentaria. Los impactos por re-movilización de sedimentos ladera abajo son acumulativos con los efectos de otras actividades generadoras de depósitos inestables de sedimentos<sup>4</sup> y sinérgico con los efectos de los caminos en la alteración de la estabilidad de pendientes y el impacto sobre la calidad del paisaje.

El corte de pendiente para la construcción de caminos y otras obras asociadas, la modificación de redes de drenajes locales y la generación de depósitos sedimentarios metaestables; puede favorecer el aumento de remoción en masa a escala puntual.<sup>5</sup> La remoción en masa incluye fenómenos de transporte sedimentario controlados por la gravedad y con variable participación del agua en

<sup>2</sup> incluyendo a los recursos visuales

<sup>3</sup> algunos detallados en la descripción de impactos por remoción de suelos y vegetación, erosión de roca y sedimentos, remoción en masa, modificación de la red de drenaje, y depositación de sedimentos

<sup>4</sup> Material de rechazo de las áreas de banco de materiales, por ejemplo

<sup>5</sup> Los caminos de acceso modifican las pendientes y el ángulo de reposo de las rocas aflorantes y depósitos de talud pendiente arriba.

su matriz.

Por la densidad de caminos requeridos en la zona de cortina y obra civil principal, y las características de elevada energía del paisaje, los puntos donde se puede producir el proceso antes descrito son importantes. Este impacto es negativo y relevante de significancia media. Su mitigación requiere evaluaciones específicas de áreas de mayor energía potencial de erosión y transporte por donde se planea construir caminos, para luego aplicar diseños correctivos de ingeniería civil descritos en el capítulo correspondiente.

### **33 / ar. Inundación de puntos de afloramiento de agua subterránea/ Pérdida de manantiales**

Las condiciones de flujo geohidrológico en la zona de estudio (y en particular en el área a ser inundada) es de descarga y no de recarga, por lo que no habrá infiltración del agua del vaso hacia los cuerpos de agua subterránea.

La pérdida de manantialismo por llenado del embalse no se considera de gravedad ya que los manantiales inundados no están siendo utilizados por los pobladores aledaños y/o por otro lado, se encuentran contaminados por los fenómenos naturales antes descritos y por tanto no cumplen con la calidad del agua necesaria para ser potable de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 o bien no son de fácil acceso.

Los manantiales del área de la cortina podrían ser aprovechados por las obras en la etapa de construcción. No obstante, se espera que existan también otras fuentes de agua de manera que al estar en la etapa de llenado del vaso estos manantiales no sean indispensables.

Un posible impacto positivo indirecto – con alta incertidumbre - es que la desaparición de manantiales en las zonas de inundación genere que éstos terminen aflorando en otra posición probablemente más alta - desde donde podrían ser aprovechados para otros usos que no sean agua potable ya que en el área de estudio se registra una escasez general del recurso en temporada seca.

La alteración temporal en el flujo de los manantiales (que pudiera causar su desaparición) al realizarse las obras y actividades de construcción y llenado del embalse son negativos pero de baja relevancia.

### **33 / au, av. Llenado del vaso / Calidad visual. Visibilidad**

El llenado del vaso será un impacto positivo de significancia media en el tiempo de lluvias, a finales de octubre cuando esta a su máxima capacidad, aumentará la calidad escénica debido a la presencia del cuerpo de agua.

Los impactos positivos ubicados en esta etapa es el llenado del vaso presentan sinergia con la calidad visual y la visibilidad, debido a se creará un nuevo escenario (presa) el cual aumentará la calidad escénica de la zona y presentará acumulación con la atracción de visitantes para actividades recreativas y con la navegación se tendrá acceso hacia áreas que en la actualidad no se tiene.

**15, 19, 27, 28 / au, av. Actividades en la etapa de construcción / Calidad visual. Visibilidad**

Este impacto negativo es de significancia media debido a que estas actividades (presencia de campamentos, pavimentación, levantamiento de la cortina y extracción de áridos), son temporales y no afectarán de manera significativa a la población, con respecto a la visibilidad solo se ubica una pequeña franja que tendrá observación directa hacia el área de construcción.

Los impactos negativos con relación a la calidad visual son la presencia de campamentos, la pavimentación, el levantamiento de la cortina y la extracción de áridos, esto en la etapa de construcción, respecto a la visibilidad está el levantamiento de la cortina y la extracción de bancos de material geológico, estos resultados debido a la poca existencia de población en la zona y prácticamente a que serían muy pocos los sitios de donde se tendrá observación hacia el área de afectación (donde se realizarán estas actividades), estos impactos presentan acumulación con las actividades de desmonte y despalme; con el manejo, traslado y disposición del material de desmonte; con las excavaciones, compactaciones y nivelaciones; con los cortes, con la presencia de campamentos, la habilitación de los caminos, etc., y sinergia con la producción de PST, la erosión, nivel de ruido, vegetación y fauna.

La construcción de las obras no tendrá una repercusión relevante sobre la calidad escénica debido a que por la topografía accidentada del área donde se establecerá el proyecto, la visibilidad de las obras será muy limitada, además de que el tránsito de gente en la zona es escaso.

***Fase de operación***

**34 / a, b, c, e, f. Actividades en la etapa de construcción / Temperatura. Humedad relativa. Evaporación. Radiación solar. Albedo**

En esta fase el único impacto negativo de significancia media es la presencia de la presa, la cual una vez en funcionamiento presentará fluctuaciones y acumulación en las tasas de evaporación, en los valores de humedad relativa y con esto también incremento de la formación de neblina y humedad en el ambiente, con lo que se incrementa la probabilidad de presencia de plagas y enfermedades, en la modificación de la capacidad termorregulatoria del ambiente.

**34, 36, 37 / au, av. Presencia de la presa, Navegación, Uso recreativo / Calidad visual. Visibilidad**

Dentro de los impactos positivos más importantes de significancia media se tiene la presencia de la presa, así como la navegación y el uso recreativo, con el llenado de el embalse habrá una mayor afluencia de visitantes debido a que la región será mas agradable si consideramos que se podrán promover actividades recreativas y por lo tanto será un punto de atracción para visitantes de poblaciones cercanas. Este cuerpo de agua será visible desde muchos puntos en los alrededores del embalse.

**36 / au, av. Fortalecimiento de la navegabilidad como medio de transporte, recreación y pesca**

La generación de un cuerpo de agua léntico de gran volumen y área superficial aumentará la posibilidad de acceso al cuerpo de agua y de navegación fluvial con

finde de transporte, recreación y pesca. En particular para comunidades en marginación geográfica, con escasas posibilidades de mejorar la movilidad terrestre por la elevado relieve relativo, que regula también el escaso desarrollo de suelos y las posibilidades agrícolas.<sup>6</sup>

Las variaciones diarias y hasta horarias de caudal en el Río Moctezuma<sup>7</sup> y las variaciones estacionales en los caudales de todo el sistema hídrico del área estarían reguladas por la presencia de la presa y permitiría la navegación y pesca durante todo el año. Este impacto es positivo de significancia media.

**39 / au, av. Variación en el nivel del embalse entre NAMO y NAMINO y generación de franjas muertas en las laderas de los valles inundados / Disminución de la calidad visual y visibilidad**

La regulación del caudal propiciará variaciones en el nivel del embalse que serán responsables de la generación de franjas muertas de vegetación en zonas laterales terrestres. Dada la diferencia entre NAME y NAMINO<sup>8</sup>, las franjas muertas tendran una longitud de 2.5 km sobre ambas márgenes del Río Moctezuma

Este impacto es negativo de relevancia y significancia media ya que el deterioro de la calidad del paisaje se producirá en áreas poco pobladas y de difícil acceso (ausencia de receptores).

Por la formación del cuerpo léntico del embalse del PH Santa Clara los procesos de erosión por descenso gradual del fondo aguas debajo de la cortina del PH Santa Clara a lo largo del fondo del Moctezuma serán mínimos y se desarrollarían en una franja de corta extensión relativa pequeña durante los niveles mínimos de aquel embalse .

**Medio Biótico**

**Fase de construcción**

**1, 7, 12, 16, 17, 33 / be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl. Llenado del vaso, generación de aguas residuales y la obstrucción de escurrimientos / Fauna**

En estos impactos negativos son de significancia media, se tomaron en cuenta los siguientes factores ambientales: Peces, anfibios, reptiles, mamíferos, crustáceos y moluscos acuáticos, especies con estatus de conservación, endémicas y restringidas, están relacionados con las siguientes actividades, desmontes y despalmes; rellenos en cuerpos de agua y zonas inundables; generación de aguas residuales domesticas; y el llenado del vaso. La evaluación de estos factores va de acuerdo a las siguientes observaciones: el relleno de cuerpos de agua y zonas inundables representa un factor para la desaparición de hábitat. La obstrucción de los afluentes naturales tiende a la desecación de los cuerpos de agua, si a ello se agrega la incorporación de aguas residuales potencialmente contaminadas, puede conducir a la desaparición de especies en forma local, principalmente dada la pérdida de hábitat en donde llevan a cabo

<sup>6</sup> principalmente para habitantes de comunidades rurales cercanas a las márgenes del embalse en el fondo del valle del Río Santiago (e.g., Sayulimita, Mesa de Flores)

<sup>7</sup> En la actualidad, el caudal contaminado del Río Santiago presenta una gran variación diaria y hasta horaria – por depender de las descargas de la presa de Santa Rosa limitando el desarrollo de la vida acuática y generando un elevado riesgo para la salud y la vida de pobladores locales que interaccionan con el Río.

<sup>8</sup> Ver capítulo II del PH La Yesca (CFE, 2005).

parte de su ciclo de vida. A esto se debe agregar el hecho de que el consumo de materiales peligrosos y su posible derrame por un mal manejo, puede ocasionar la contaminación de cuerpos de agua y su consecuente impacto en las poblaciones de fauna acuática.

**1, 2, 3, 12, 13 / az, ba, bb, bc. Desmontes y despalmes; manejo y disposición de materiales / Vegetación**

Estos impactos negativos son de significancia media, los desmontes y despalmes; manejo, traslado del material de desmonte; excavaciones, compactaciones y nivelaciones; obstrucción de escurrimientos naturales y el establecimiento y operación de talleres, afectaran interactuando con los siguientes factores ambientales especies con estatus de conservación; especies con valor social y comercial; especies endémicas y restringidas y con otras especies. Estos impactos son sinérgicos y acumulativos con las siguientes acciones: excavaciones, compactaciones y nivelaciones, manejo traslado y disposición de material sobrante, desviación del río, obstrucción de escurrimientos naturales, presencia de campamentos, tendido de cables eléctricos, dinamitado.

***Fase de operación***

**34, 37 / az, ba, bb, bc. Presencia de la presa y uso recreativo / Vegetación**

Estos impactos negativos son de significancia media interactúan con los siguientes factores ambientales especies con estatus de conservación; especies con valor social y comercial y especies endémicas y restringidas. Estos impactos tienen sinergia con dinamitado, tendido de cables, presencia del embalse, campamentos y el desvío del embalse.

Estos impactos son sinérgicos con: habilitación de caminos, llenado del vaso.

***Medio Socioeconómico***

***Fase de construcción***

**1 - 33 / bo, bx, ch, ci. Todas las obras de la fase de Construcción / Crecimiento demográfico, Inversiones, patrones de consumo y de uso de tiempo**

El impacto de inversión se presenta en la etapa de construcción, es a la vez un impacto positivo de significancia media directo e indirecto, este último de más largo plazo y mayor impacto regional, ya que crea opciones de negocio, presentando acumulación en las vías de comunicación y en crecimiento de demanda regional con sinergia en efecto múltiple.

El crecimiento demográfico es resultado de la presencia de los trabajadores (etapa de construcción), las secuelas a largo plazo son bajas. Por lo tanto se tendrá acumulación en la migración y sinergia en la creación de nuevos negocios y oportunidades de empleo.

**1 - 33 / bz, cd, ce, cg. Actividades de la construcción / pérdida de espacio habitable, servicios públicos, vivienda y patrimonio cultural**

Para la pérdida de espacio la población local esta dispuesta a aceptar soluciones como reforestación, reubicación y programas de cuidado de fauna.. La calidad del campamento deberá ser coherente con la demanda generada. Se debe tomar en cuenta que la cobertura de servicios, es imposible ampliar, especialmente el agua potable, drenaje y tratamiento de aguas, El incremento sustancial de la población en el corto plazo impactará la demanda de educación, vivienda y servicios públicos. Estos impactos negativos de significancia media son temporales; acumulativos con el crecimiento de la población, y el cambio de uso de suelo; sinérgicos con aumento de valor de suelo y vivienda y la presión por servicios públicos además cambian con las características de los trabajadores que llegan.

**15, 29 / br. Campamentos y consumo de aguas / Salud**

La mitigación debe tomar en cuenta la cantidad de población, género, edades y condiciones de vida de la región; además que no es posible ampliar los servicios. Sería pertinente que se creará un comité municipal de salud con cooperación de la empresa . Impactos negativos de significancia media.

**1 - 15, 18 - 28 / cc. Las actividades de la construcción / Educación**

En este impacto se debe poner énfasis en la calidad de los servicios educativos más que su ampliación, mostrando acumulación con el crecimiento de la población y sinergia en la demanda de servicios públicos. Impactos negativos de significancia media.

**14 – 33 / cq. Actividades de la construcción / Conflictos ambientales**

Los conflictos pudieran cambiar dependiendo de las estrategias de manejo y comunicación con la comunidad. Es acumulable con el uso de materiales peligrosos, cambio de uso de suelo, destrucción del paisaje y sinérgico con el cambio de relaciones sociales y cambios en la propiedad. Impactos negativos de significancia media.

**27 / cv. Levantamiento de la cortina / Seguridad e integridad física**

El riesgo en la construcción de la cortina es alto dado a los métodos o procedimientos utilizados para las actividades del soldado y el colado. Este impacto es sinérgico con aguas residuales. Es un impacto negativo de significancia media.

***Fase de operación***

**37 / bx. Baja calidad del agua de tributarios (Río Santiago) y potencial riesgo a la salud humana, bioacumulación y consumo de pescado**

Pobladores locales pescan especies como mojarra, tilapia en el Río Moctezuma para consumo y comercialización en otros centros urbanos. Según reportes locales, la demanda de pescado se ha incrementado y representa una actividad atractiva ante las bajas posibilidades agrícolas de los suelos de las zonas de alto relieve relativo .

La generación de un cuerpo léntico favorecería la caída en los niveles de oxígeno disuelto debido a la magnitud de la eutrofización, el perfil de extinción de la luz y las condiciones anóxicas del hipolimnion. Estos factores podrían ser suficiente para impedir el desarrollo de especies de peces comercializables en los niveles

más profundos del embalse. Sólo en el epilimnion – a escasa profundidad- podrá considerarse la posibilidad de productividad biológica dentro de la presa y es donde se concentrarían especies que resisten calidades del agua inferiores como ser carpa, lobina, mojarra, tilapia.

En caso de que logren desarrollarse especies de peces resistentes a una calidad del agua pobre en el epilimnion de la Presa de Santa Clara, dado que los peces estarán expuestos a niveles elevados de contaminación,<sup>9</sup> cabe la posibilidad de que la ingesta de dichos peces por seres humanos resulte en efectos adversos para su salud, ya sea por efectos crónicos o agudos.

Si bien los muestreos efectuados para el PH Santa Clara durante dos estaciones no registraron la presencia significativa de compuestos orgánicos persistentes,<sup>10</sup> cianuros, arsénicos o metales pesados,<sup>11</sup> no puede asegurarse que no habrá descargas industriales o agrícolas sobre el embalse de la Presa de Santa Clara que puedan traer tales contaminantes al epilimnion de la presa.

Asimismo, para otros parámetros tóxicos en cantidades elevadas (como los nitratos), cabe hacer estimaciones de la concentración esperada en la carne de los peces, a fin de determinar si podrían ser adecuados o no para su consumo humano. Las estimaciones se hace a partir de:

$$C_p \approx (BCF)C_w$$

donde  $C_p$  es la concentración másica de contaminante en el pez (miligramos de contaminante por miligramos de carne), BCF es un factor adimensional de bioconcentración, y  $C_w$  es la concentración másica de contaminante en el agua (miligramos de contaminantes por miligramos de agua).

Los valores de BCF son particulares para cada especie de pez, y existen varios disponibles en la literatura (Chapra, S.C., 1997) para distintos compuestos orgánicos. Como guía, Asante-Duah, K. (1993) considera que:

Sustancias potencialmente bioacumulativas:  $BCF > 1$ .

Sustancias significativamente bioacumulativas:  $BCF > 100$ .

Así, las sustancias con un factor de bioconcentración mayor a la unidad para una determinada especie de pez, pueden acumularse en la grasa y carne de dicho animal.

Ante el escenario de aumento de la actividad pesquera y mayor calidad y densidad de datos de calidad del agua debe desarrollarse como proyecto futuro un análisis de riesgos a la salud humana por la exposición a sustancias tóxicas en la carne de los peces de la Presa de Santa Clara.

Este escenario de bioacumulación podría ser actual, aún sin proyecto. Representa un impacto potencialmente relevante y negativo de significancia media que no está solamente relacionado con el proyecto y que requiere de un estudio específico para establecer cuantitativamente el riesgo asociado.

<sup>9</sup> Por contaminación, en este caso se entiende ya sea la presencia de especies químicas nocivas, o bien, algas microscópicas tóxicas parte del plancton.

<sup>10</sup> Como 2,4-D, aldrin, benceno, clordano, dieldrin, epóxido de heptacloro, etil-benceno, fenoles, heptacloro, hexaclorobenceno, lindano, metoxicloro, tolueno, trihalometanos o xileno.

<sup>11</sup> Como cadmio, cromo, mercurio o plomo.

**37 - 39, 42 - 48 / by. Uso recreativo; regulación del caudal; generación, transporte y disposición de residuos; consumo de agua y presencia de subestaciones eléctricas / Turismo**

Una buena planeación de actividades turísticas considerando el Plan de manejo de la presa. Este impacto es acumulativo con la regulación del caudal, funcionamiento de turbina, generación de aguas residuales y sinérgico con aguas residuales. Este es un impacto negativo de significancia media.

**V.4.1.3 Significancia Baja**

A continuación solo se enlistan los impactos de significancia baja.

**Medio Físico**

**Fase de construcción**

- 1 - 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18 - 20, 25, 26, 29, 30 / a, b, c, e, f. Actividades en la etapa de construcción/ Temperatura. Humedad relativa. Evaporación. Radiación solar. Albedo
- 3 - 6, 8, 9, 11, 14, 15, 18, 19, 23, 26, 27, 28, 32, 33 / i, j, k, l, m, n, o, q, . Actividades en la etapa de construcción/ pm10. gases de invernadero. CO, SOx, NOx, hidrocarburos, compuestos orgánicos volátiles, PST.
- 3 / s. Excavaciones, compactaciones y nivelaciones / Sismos inducidos
- 3 / t. Excavaciones, compactaciones y nivelaciones / Asentamientos
- 3 / v. Excavaciones, compactaciones y nivelaciones / Erosión de sedimentos y roca
- 5 / s. Cortes / Sismos inducidos
- 5 / t. Cortes / Asentamientos
- 5 / w. Cortes / Depositación de sedimentos
- 11 / t. Desviación del río / Asentamientos
- 11 / u. Desviación del río / Deslaves
- 11 / w. Desviación del río / Depositación de sedimentos
- 11 / x. Desviación del río / Interacción agua-roca
- 11 / y. Desviación del río / Desaprovechamiento de recursos naturales
- 3, 5, 18 / v. Obras y actividades de construcción de cortina / erosión y redepósito de rocas y sedimentos
- 25 / s, v, aa. Dinamitado / Sismos inducidos. Erosión de sedimentos. Desprendimientos
- 28 / s, t, v, aa. Levantamiento de la cortina / Sismos inducidos. Asentamientos. Erosión de sedimentos y rocas. Otros



- 33 / u, v, x, z. Llenado del vaso / Deslaves. Erosión de sedimentos y roca. Interacción agua-roca. Flujos
- 2, 4, 6, 11, 14, 16, 21, 26, 27, 30, 33 / ac, ad, ae, af. Actividades en la etapa de construcción/ Capacidad de suelos. Desertificación. Actividad biológica del suelo. Contaminación de suelo
- 1 - 5, 8, 14, 18, 26 / au, av. Actividades de la etapa de construcción / Calidad visual. Visibilidad

### **Fase de operación**

- 35 / c. Derivación de agua/ Aumento de la evapotranspiración desde el embalse. Pérdidas acumulativas de agua en la cuenca hidrológica por evaporación y cambios en ecosistemas litorales
- 35, 38, 43 / a, b, c, e, f. Actividades en la etapa de Operación/ Temperatura. Humedad relativa. Evaporación. Radiación solar. Albedo.
- 34, 35, 41 / i, j, k, l, m, n, o, p, q. Presencia de la presa/ Derivación de Agua. Trafico relacionado a la operación a la presa. pm10. gases de invernadero. CO, SOx, NOx, hidrocarburos, compuestos orgánicos volátiles, PST
- 34 / j. Presencia de la presa / Disminución de la calidad del agua y generación de gases efecto invernadero - metano y dióxido de carbono - por aumento de la eutrofización
- 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 48, 49, 50 / ab, ac, ad, ae, af. Actividades de etapa de operación/ Erosión. Capacidad de suelos. Desertificación. Actividad biológica del suelo. Contaminación de suelos. Inundaciones
- 47 / as. Consumo de agua / Nivel freático
- 48, 49 / au. Presencia de subestaciones e infraestructura de conexión eléctrica.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

### **Medio Biótico**

#### **Fase de construcción**

- 2, 3, 4, 11, 13, 20 / az, ba, bb y bc. Manejo de materiales / Vegetación
- 33 / bm. Llenado del embalse / Especies con valor comercial
- 1, 7, 12, 15, 16, 17, 22, 24, 32, 33 / be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl. Llenado del embalse, presencia de campamentos y generación de residuos / Fauna
- 4, 11, 14, 15, 18, 20 y 28 / az, ba, bb, bc.

Extracción y Manejo de materiales, desviación del río, campamentos, caminos y tendido de cables eléctricos / Vegetación

- 1, 27 / bf, bg, bi, bj, bk, bl. Desmontes y despalmes y Levantamiento de la cortina / Fauna

#### **Fase de operación**

- 34 / be, bf, bh, bi, bm. Presencia de la presa / Fauna
- 43, 44 y 46 / be, bf, bm. Generación y disposición de residuos / Fauna

#### **Medio Socioeconómico**

##### **Fase de construcción**

- 18, 19 / ck, ci. Habilitación de caminos y pavimentación / Sistema urbano y vial
- 13 / cw. Establecimiento y operación de talleres / Otros
- 16, 27 / br. Generación de aguas residuales y levantamiento de la cortina / Salud
- 1 - 33 / bw. Actividades de la construcción / Costo de vida
- 1 - 33 / cl, cm. Actividades de la construcción / sistema vial y propiedad de la tierra
- 14 - 33 / cp, cr. Actividades de la construcción / Conflictos sociales y cambios en aspectos religiosos
- 1, 11, 25 / ct. Desmontes y despalmes, Desviación del río y dinamitado. Sistema auditivo
- 1, 11, 25, 26 / cu. Desmontes y despalmes, Desviación del río, dinamitado y Excavaciones / Sistema respiratorio
- 2, 4, 5, 11, 20, 22, 23, 25, 26, 28 / cv. Manejo de materiales, Desviación del río, Tendido de cables eléctricos, Generación, transporte y disposición de residuos, dinamitado y extracción de áridos / Seguridad e integridad física

##### **Fase de operación**

- 34 / bt. Presencia de la presa en operación / Empleo
- 34-37,41-42, 50 / bv. Presencia de la presa, uso recreativo, navegación, acciones de mantenimiento y el tráfico y presencia del personal operativo / Ingresos de los trabajadores

- 34-50 / bx. Presencia de la presa / Inversión
- 35-37 / cl. Uso recreativo, Navegación, y Regulación del caudal / Sistema vial
- 34-36, 40-41, 49-50 / by. Presencia de la presa / Turismo y Pesca
- 36 / bx, by. Aumento en la navegabilidad y pesca/ Inversión. Turismo

**Tabla resumen (conteo de impactos con respecto a la matriz causa – efecto)**

FASE	Impactos Positivos			Impactos Negativos		
	Bajo(1)	Medio(2)	Alto (3)	Bajo(1)	Medio(2)	Alto(3)
Construcción	106	104	10	276	662	14
Operación	50	20	0	181	114	8
Abandono	20	1	0	21	65	1
<b>Total Parcial</b>	<b>176</b>	<b>125</b>	<b>10</b>	<b>478</b>	<b>841</b>	<b>23</b>
<b>Total Global</b>	<b>311</b>			<b>1342</b>		

## **V.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

### **V.5.1 CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO.**

A partir de la información que ha sido recabada y los resultados obtenidos a través de su análisis, interpretación y estudio se han podido obtener diversos escenarios y panoramas futuros los cuales se ven generados a partir de la presencia del proyecto dentro de la zona. La modificación de todas las variables que actúan sobre los factores ambientales por la presencia del proyecto es significativa, no solo por la inundación del vaso, sino por los eventos relacionados con este que alterarán la zona de manera definitiva y permitirán establecer la línea que defina un proyecto acompañado de un desarrollo armónico y sustentable.

Como ya se mencionó los escenarios futuros han sido divididos en lapsos de tiempos durante los cuales se prevé se harán patentes los impactos o las modificaciones a la variables ambientales detectadas en los diversos apartados de este estudio. En el caso de tener el proyecto presente los lapsos siguen siendo los mismos, corto (de 1 a 3 años), mediano (de 3 a 10 años) y largo plazo (de 11 años en adelante).

Para una mayor agilidad en cuanto a la exposición de los escenarios se dividieron estos en los medios a los que pertenecen, siendo estos: medio físico, biótico y socioeconómico. Además es importante recordar la interrelación que existe entre los factores pertenecientes a un mismo medio, lo cual hace doblemente útil esta separación que mostrará las evaluaciones de los escenarios a futuro con la presencia del proyecto.

#### **Medio físico**

Para analizar y evaluar las tendencias de cambio en el sistema ambiental se tomaron los mismos parámetros de tiempo (corto, mediano y largo plazo).

Un escenario con proyecto considera que habría una mayor competencia por el recurso en la zona y por tanto un mayor uso de manantiales que incluso no han sido aprovechados.

Otro escenario considera un aumento en la competencia y uso potencial del agua y por ende en la transmisibilidad relativa, considerando un mayor aprovechamiento de los pozos actualmente existentes,

En caso de comenzar a aprovechar los acuíferos al haber una competencia por el recurso, se tendría una transmisibilidad relativa que antes no existía, un aporte de agua subterránea a cuerpos de agua superficial y habría un inicio en la función ecosistémica de descarga.

Al haber una mayor accesibilidad a los cuerpos de agua subterránea, la función ecosistémica podría verse afectada (aunque no considerablemente) al aumentar el uso y la competencia por el recurso.

Se sabe que en la fase de operación al realizarse el proyecto el riesgo de remoción en masa aumenta con las fluctuaciones en el embalse una vez que se lleva a cabo el proyecto. De esta forma, con proyecto existe una mayor posibilidad de que ocurra un evento de remoción en masa o de tubificación en las rocas calizas debido a su composición así como a la geología estructural de la zona.

De la hidrología pasamos a la geología. La definición de los escenarios geológicos se basa en los patrones evolutivos observados para los diferentes componentes ambientales considerados como son la sismicidad histórica regional como fenómeno natural (sin proyecto), la sismicidad inducida provocada por la presencia de la obra (con proyecto) y el aprovechamiento de recursos mineros con y sin proyecto.

Cuando el sitio PH Santa Clara se analiza con la instalación del proyecto hidroeléctrico los procesos que el área de geociencias identificó particularmente durante la etapa de construcción y operación, fundamentalmente en el llenado del embalse con la presencia de sismicidad inducida, y probabilidades de generar movimiento de masas con inestabilidades en las laderas. Afortunadamente el grado de sismos en esta zona no es de consideración ya que se trata de acuerdo con los registros de una zona asísmica.

Los cortes y excavaciones pueden inducir movimientos sísmicos de baja intensidad que eventualmente ocasionan deslizamientos (desprendimientos con rodados de rocas). Estos procesos son mitigables si el área de geotecnia diseña los cortes de tal manera que los taludes permanezcan estables.

Para excavar los túneles normalmente se usa dinamita lo que implica la posibilidad de generar movimientos inducidos, ello puede fracturar la roca, reactivar una falla o acelerar el movimiento de masas. Sin embargo, con el

tratamiento que debe darse a la roca para el desarrollo de la obra la inestabilidad del terreno se reduce. Dependiendo del método de excavación, puede variar la significancia del impacto.

Uno de los mayores efectos en la construcción de una presa hidrogeneradora es provocada por el llenado del embalse. La sismicidad inducida en embalses representa, cualquier cambio originado en el comportamiento sísmico de una región. Este tipo de sismicidad depende directamente de la velocidad del llenado y condiciones geológicas del área (por ejemplo el grado de fracturamiento de la roca).

La frecuencia y magnitud de la sismicidad inducida en el área de influencia de la presa están relacionadas con los cambios cíclicos del nivel del embalse. Los ciclos de aumento y descenso en el nivel de una presa, en temporadas de lluvia y estiaje, provocan que el estado de esfuerzos, y por lo tanto el régimen de sismicidad en el área de la cortina y embalse, se alteran en función del tiempo.

Las observaciones sismológicas continuas de una presa han mostrado que la ocurrencia de la sismicidad inducida tiene la tendencia a disminuir con el tiempo y las manifestaciones de brotes sísmicos son correlacionables con el aumento y disminución del nivel del embalse.

La sismicidad inducida se debe a que las actividades humanas cambian las condiciones de poros y grietas del terreno por medio de inyecciones de fluidos, excavaciones o bien por grandes embalses como en este caso. La sismicidad inducida originado por un embalse puede deberse a dos procesos: uno ligado a los esfuerzos originados por el peso de la masa de agua y otro relacionado al campo de esfuerzos de la zona. Los reportes de sismicidad inducida a nivel mundial causados por grandes embalses se encuentran en el intervalo entre 0 y 6.5 grados (Gough, 1980).

Para el factor suelo la implantación del proyecto hidroeléctrico alterará los siguientes procesos:

- Se pronostica una alteración al proceso de erosión / principalmente en zona de obras principales o auxiliares de ingeniería civil, su mayor efecto adverso el cual en su mayoría se recibirá durante la fase de construcción y operación del proyecto, las características del proyecto que potencialmente influirán en este cambio son:
  - a) eliminación de una fracción de zona forestal aunada a excavaciones, inicio de cauces prematuros sin control que fácilmente pueden convertirse en un problema de erosión, aumento de la carga de sedimentos.
  - b) Efecto remontante de erosión a causa de la elevada pendiente del área y por la pérdida de la cobertura vegetal. Incrementando áreas de afectación no previstas.
  - c) Incremento de riesgo de incendio forestal a consecuencia de la presencia de trabajadores, acumulación de desechos orgánicos (desmante) o materiales combustibles requeridos por las obras.

- d) Disminución o alteración de la capacidad agrológica de los suelos de clase V a VII a VII o VIII.
- e) Proliferación de áreas compactadas o cubiertas por carpetas asfálticas, incrementando el nivel de escurrimiento y por consiguiente incrementando el nivel de erosión en las colindancias de estas estructuras u obras.
- f) Los niveles de erosión o de estabilidad de taludes puede ser de mayor intensidad o riesgo estimado, requiriéndose estrategias mecánicas para su control, o incluso pueden justificar el uso de especies vegetales ajenas al sitio.
- g) La proliferación de suelos o espacios desnudos pueden acarrear cambios en la ecología del paisaje, hábitat e inducir condiciones favorables para especies de fauna y flora indeseable.
- h) El incremento de erosión y el consecuente acarreo de sedimentos puede originar un descenso en la calidad del agua.
- i) Los requerimientos de una red de caminos definitivos como el de acceso o temporales, interceptará suelos o áreas frágiles (principalmente cañadas) los cuales soportan corredores de flora y fauna del lugar.
- j) La intercepción de cauces mediante la red de caminos incrementarán substancialmente la cantidad de materiales edáficos y geológicos sueltos, generando una mayor carga de sedimentos
- k) Las actividades del proyecto generaran suelos antroposoles, categoría no natural al sitio, generando con ello nuevos ecosistemas y nuevas oportunidades para especies oportunas.
- l) El tránsito y mantenimiento de maquinaria y vehículos de carga y transporte, implican riesgos de derrame accidental generando contaminación de suelos.
- m) El tránsito vehicular sobre materiales geológicos calizos, puede generar partículas o polvos que al depositarse sobre el follaje de plantas puede afectar sus actividades fisiológicas y en los suelos alterar sensiblemente el ph, afectando la disponibilidad de nutrientes (fertilidad) y cambios químicos en los suelo sobresaliendo la capacidad de intercambio de cationes.
- n) La utilización de gran cantidad de mano de obra puede ejercer efectos adversos adicionales al factor suelo ya que puede presentarse fecalismo al aire libre, implicando contaminación de suelo y riesgos a la salud.

## **Medio Biótico**

La afectación de la vegetación y los índices de especies amenazadas, distribución de especies, endemidad e importancia social y comercial presentan un índice de calidad bajo, debido principalmente a que las especies presentes en cada categoría son escasas con respecto a la cantidad total de las especies encontradas en el área de estudio. Este tipo de impacto, con la presencia del proyecto, será percibido en la etapa de construcción y operación del proyecto. Cabe destacar que dichas especies presentan una distribución amplia en la zona y que trasciende más allá de la boquilla y del área de inundación.

A mediano y largo plazo el área no se verá tan afectada debido a que se mantendrá con cambios muy pequeños en cuanto a uso forestal en la zona. La aparición del embalse menguará relativamente la cantidad de Selva en la zona, lo cual detendrá la tasa de recuperación que se venía presentando, sin embargo, a partir de los 10 años se prevé que dicha tasa de recuperación reinicie su repunte de manera moderada, aunque no se espera una recuperación sobresaliente.

El impacto sobre especies amenazadas en los primeros 3 años será negativo; sin embargo, en un plazo de 3 a 10 años dicho impacto se transformará en positivo debido al manejo que se implementará para su rescate, reproducción y reintroducción, asegurando con ello la continuidad del corredor biológico.

En el caso de la fauna, las características topográficas de la zona de estudio, la presencia de actividades antropogénicas que conlleve un cambio de uso de suelo no son muy frecuentes. Sin embargo, con la construcción de la presa y dadas las condiciones de calidad del agua en la zona del embalse, y en tanto no se realicen obras que permitan el mejoramiento de dicha calidad, conducirá a empeorar el hábitat del río y con ello la modificación de los patrones de distribución de algunas especies de peces.

Cabe hacer notar que establecido el vaso, es muy pequeño y solamente se determinará el gasto de equilibrio necesario para la manutención de las especies acuáticas aguas debajo de la cortina.

### **Medio Socioeconómico**

Finalmente, en la región a impactar por el proyecto hidroeléctrico Santa Clara, las proyecciones de población correspondientes al periodo entre 2000 al 2030 utilizaron los datos que se encuentran disponibles se utilizan las tasas de crecimiento de población de los últimos diez, es decir, 1990-2000, por lo que se ha tomado como población base para realizar las proyecciones de población la del año 2000.

Las hipótesis que son consideradas para explicar el cambio de la población en el periodo de proyección son las siguientes:

- El crecimiento de la población es instante a instante por tanto el cálculo de la tasa de crecimiento se trata como un proceso continuo.
- El crecimiento de la población no es constante, por lo que su tasa de crecimiento es considerada como decreciente.

La metodología empleada para estimar la proyección de la población de esta región, es el método matemático, que comprende a su vez el método exponencial y el método logístico

## **V.6 RESUMEN CRONOLÓGICO CUALITATIVO DE LOS PRINCIPALES CAMBIOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL**

Con base en la caracterización del medio y del análisis histórico de los procesos de cambio, se aplicaron las funciones de valor y los índices de calidad ambiental para poder establecer parámetros de cambios relevantes en el sistema ambiental. Con base en los resultados obtenidos, se pudieron resumir los principales factores que regulan los procesos de cambio así como las tendencias históricas y los escenarios previstos a futuro.

De acuerdo con los pronósticos realizados el componente agua del subsistema físico presentará los cambios de mayor relevancia, relacionados con modificaciones en el régimen de escurrimiento sobre todo, así como los procesos de construcción de las obras (La Cortina y la Casa de Maquinas); cabe señalar que la construcción del camino y el túnel que comunicará la casa de maquinas con la cortina.

### **V.6.1 ESCENARIOS FUTUROS (CON PROYECTO).**

El área de estudio, ha tenido un desarrollo adecuado a la escasa presencia de actividades antropogénicas a lo largo de su historia. Si bien ha resentido el ecosistema dependiente del río por la posible presencia de contaminantes en el agua, no ha resultado demasiado afectado debido al acceso tan difícil que tiene la zona. **Se ha establecido por medio de los escenarios futuros que se describirán en este apartado, las variables de cambio para la zona sin el proyecto presente.**

Los resultados mostraron que en todos los escenarios futuros con la presencia del proyecto se tendrá una afectación muy poco significativa tanto a la escala de mesoclima como de microclima, debido principalmente a que la superficie que será afectada por el proyecto es de tan sólo 133.53 ha. Los cambios que se operarán serán sólo a una escala de clima local, impactándose en estas 133 hectáreas sobre todo el albedo superficial, el balance radiativo y el balance térmico de estos terrenos.

Estos cambios, que se darán en un período que abarca del año 1 al 4, sin embargo, no afectarán significativamente los patrones climáticos actuales regionales ni en cantidad ni en intensidad. Incluso los cambios naturales del clima del área producto de la influencia de los procesos de cambio global y regional, serán mucho más significativos que las modificaciones al clima que podrían causar las obras del proyecto. Incluso puede considerarse que estos procesos de cambio global y regional opacarán a los efectos del proyecto.

Sin embargo, es de tomar en cuenta que una condición que podría desencadenar cambios climáticos significativos en el área de estudio es la



deforestación, por lo que en el futuro se recomienda preservar el recurso vegetación para evitar este posible problema. Por tanto se recomienda tomar en consideración este punto en las futuras medidas de mitigación.

Otro de los factores que fue evaluado y del que se generó sus respectivos escenarios fue el de la calidad del agua superficial y subterránea.

Con el progresivo incremento de las actividades antropogénicas en la región relacionadas con las necesidades de energía eléctrica y uso de suelo (agrícola, minero, urbano y forestal) ha sido necesario crear nuevas infraestructuras para cubrir dichas necesidades, las cuales tienden a modificar las condiciones ambientales, regionales, mismas que tendrán que ser evaluadas adecuadamente para mitigar su impacto futuro.

Se debe reconocer que la infraestructura hidráulica (PH Santa Clara) a desarrollar generará impactos positivos en la zona, permitiendo mayor infiltración al acuífero y recargando los diferentes manantiales ubicados en la zona y que podrían ser aprovechados con mayor facilidad.

Geológicamente hablando la región ha sido evaluada bajo la premisa de riesgo geológico y en menor medida en relación a su potencial sísmico. A la fecha no hay registros sísmicos históricos en la región, sin embargo, en los estados de Tamaulipas y Nuevo León se han registrado sismos de baja intensidad relacionados con fallamientos corticales profundos que en otras localidades del mundo han provocado desastres de importancia, tomando en cuenta que la geología estructural del área de estudio presenta discontinuidades geológicas muy similares a las localizadas en los estados arriba mencionados sería importante promover la instalación de una estación sismológica digital en la zona que registrara la actividad sísmica local para proteger las obras de ingeniería hidráulica e infraestructura urbana de la zona.

Las principales manifestaciones de mineralización polimetálica en la región a lo largo del flanco occidental de la Sierra Madre Oriental, están genéticamente asociadas a cuerpos ígneos post-laramídicos de composición intermedia a félsica en forma de troncos y diques que afectan a las rocas mesozoicas desarrollando zonas de skarn con vetas y chimeneas mineralizadas de gran tamaño, como en los distritos de Zimapán y Jacala, Hidalgo y La Negra-Maconi en Querétaro, donde la mineralización económica consiste de los siguientes minerales: calcopirita, galena, esfalerita, polibasita y sulfosales de plata en ganga de cuarzo, calcita, barita, bustamita y otros. Las rocas encajonantes ordinariamente son rocas calcáreas de la Formación El Doctor y en menor proporción Soyatal (Morín, et al., 1986).

La zona de oxidación de las vetas está controlada por la posición del nivel freático que es sumamente irregular e inestable, debido a la solubilidad y fracturamiento de la caliza.

La mineralogía está compuesta principalmente por: magnetita y hematita; como minerales secundarios existe malaquita, siderita, limonita y calcita. Las alteraciones que se presentan son: oxidación, silicificación y propilitización.

Se considera que con la infraestructura de acceso y generación de energía eléctrica del PH Santa Clara se podrían beneficiar las unidades y distritos mineros de la región, así como se fomentaría la inversión para el desarrollo y operación de otros prospectos que a la fecha no son viables por falta de infraestructura y acceso.

En el corto plazo la construcción de la hidroeléctrica se estima en un periodo de 3 años en esta etapa los cambios al factor suelo se considera intensivo, los procesos de alteración de mayor impacto son los relacionados a la construcción de la obra civil; desmontes, cortes y excavaciones, construcción de red de caminos, terraplenes, exploración y explotación de bancos de material, construcción de una zona industrial (graveras y concreteras) y zona habitacionales. La edafología del área del área de obras sufrirá cambios significativos locales relacionados con el movimiento de grandes cantidades de materiales geológicos así como la necesidad de disposición final de desechos geológicos o escombros. Conforme el espectador se aleje de estos sitios puntuales de alteración, se observarán zonas sin variación las cuales conformarán el frente de recuperación de áreas cuando las actividades de construcción terminen.

En el mediano plazo (10 años), los niveles de alteración esperados durante los primeros 5 años finalmente tenderán a reducirse ya que una gran cantidad de fuentes de erosión serán ocupadas por estructuras u obras permanentes aminorando sensiblemente la cantidad de azolve, sin embargo las dificultades topográficas, limitantes geológicas, edáficas y calidades de sitio bajas para la implantación de una nueva cobertura vegetal, permitirá la presencia de efectos remanentes del las obras. Las medidas de mitigación o compensación permitirán efectos importantes ya que pueden contribuir a la recuperación de espacios alterados por ello las campañas de reforestación así como las obras de retención de azolve y conservación de agua y suelo permitirán retornar al área por lo menos capacidades agrológicas de VI o VII clase.

En el largo plazo (11 años en adelante) y considerando los requerimientos de energía del país se estima una posible existencia de nuevas presas en esta área, cada una de ellas puede sumarse a la gama de efectos adversos de la presa de Santa Clara, por ello se requiere de una estrategia ambiental que asegure la planeación de estas obras.

VI.1	Clasificación de las Medidas de Mitigación. ....	2
VI.1.1	Clasificación de las Medidas Según el Sitio de Incidencia del Impacto. ....	2
VI.1.2	Clasificación de las medidas según su carácter. ....	2
VI.2	Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas. ....	3
VI.3	Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación. ....	4
VI.3.1	Nomenclatura Utilizada en las Fichas Técnicas. ....	4
VI.3.2	Impactos en área de afectación directa del proyecto (área de embalse, cortina, caminos, bancos de materiales e instalaciones y municipios aledaños como Pacula, Hidalgo y Jalpan de la Sierra, Queretaro). ....	5
VI.3.3	Propuestas de los proyectos de las medidas de mitigación. ....	41
VI.4	Medidas complementarias: Especificaciones ambientales. ....	70
1	Organización espacial de infraestructura. ....	70
2	Suministro de agua potable en frentes de obra. ....	74
3	Manejo de residuos sólidos. ....	77
4	Manejo de aguas residuales. ....	78
5	Manejo de residuos peligrosos. ....	79
6	Control de emisiones. ....	83
7	Utilización de composta. ....	84
8	Reforestación de áreas afectadas. ....	86
9	Instalación y operación de sanitarios móviles. ....	89
10	Control de la erosión. ....	91

## **VI.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

Para fines de presentación, las medidas están organizadas para cada etapa descrita en la matriz de impactos

- área de afectación directa del proyecto.

En las fichas técnicas de cada medida se indican las acciones a realizar para los impactos identificados, clasificándose de acuerdo a su carácter, de prevención, remediación, rehabilitación, compensación y reducción.

### **VI.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS SEGÚN EL SITIO DE INCIDENCIA DEL IMPACTO.**

**A.A.-** Impactos en área de afectación directa del proyecto (área del embalse, cortina, caminos, bancos de materiales e instalaciones y municipios aledaños como Pacula, Hidalgo. y Jalpan de Serra, Querétaro).

### **VI.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS SEGÚN SU CARÁCTER.**

Las medidas de mitigación han sido clasificadas de la siguiente manera:

**PR Medidas de Prevención.-** aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.

**RE Medidas de Remediación.-** acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

**RH Medidas de Rehabilitación.-** aquellas obras o acciones de recuperación de un ecosistema o hábitat degradado.

**CO Medidas de Compensación.-** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

**RD Medidas de Reducción.-** Acción o medida de minimizar el impacto.

## **VI.2 AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.**

La agrupación y el orden de presentación de las medidas propuestas obedece por un lado al sitio de generación de los impactos, y por otro a la naturaleza de los mismos, de tal manera que sea factible ubicar y calendarizar la ejecución de dichas medidas.

A fin de que puedan ser asignadas a la instancia correspondiente, las medidas por sitio de incidencia de impacto, a su vez se han además agrupado en función del tipo de acciones que éstas implican de la siguiente manera:

**CA Consideraciones de tipo Ambiental.**- medidas destinadas a mantener o recuperar un estado de equilibrio aceptable en el ambiente.

**EC Especificaciones de construcción.**- obras civiles o hidráulicas dirigidas a lograr un mejor desarrollo del proyecto dentro del *entorno* ambiental, minimizando o eliminando posibles impactos.

**NR Normatividad y reglamentos.**- acciones dentro de un marco normativo específico, de índole nacional, estatal o local; así como la creación de reglas y reglamentos particulares de la obra.

**PS Programas Sociales.**- planteamiento de acciones tendientes a lograr una mejor integración del proyecto en el entorno socio-económico del sitio.

**EA Estudios Adicionales.**- la falta de información referente al sistema ambiental y su respuesta ante un posible impacto, *dificulta* la elaboración de medidas de mitigación del mismo, por lo que se requiere una base de información adicional más sólida, de la cual se desprendan aquellas acciones que deberán tomarse en consideración para atender dicho impacto.

**XX Otras.**- acciones que difícilmente *pueden* ser ubicadas en cualquiera de las anteriores categorías.

Asimismo, cuando compete, se señalan aquellas medidas de índole **Puntual** (de aplicación en áreas muy localizadas menores a una hectárea); **Local** (de aplicación en áreas mayores a una hectárea); **General** (de aplicación en diversos sitios del área de afectación o influencia del proyecto).

### **VI.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

En este capítulo se presentan y describen las propuestas de medidas generales de mitigación de impactos a manera de fichas técnicas organizadas de tal manera que permitan programar su ejecución, visualizar su aplicación y asignar las instancias correspondientes de ejecutarlas. La oportunidad de aplicación de dichas medidas es muy importante, por lo que han sido ordenadas además con base en su calendarización tentativa. Asimismo, al finalizar éstas, se incluyen una serie de propuestas de los proyectos de las medidas de mitigación.

#### **VI.3.1 NOMENCLATURA UTILIZADA EN LAS FICHAS TÉCNICAS.**

La nomenclatura utilizada en dichas fichas es la siguiente:

Nomenclatura utilizada en las fichas Técnicas:

<b>I.- Incidencia del Impacto</b>	
A.A	Área de Afectación directa del proyecto

<b>II.- Naturaleza del Impacto</b>	
PR	Prevención
RE	Remediación
RH	Rehabilitación
CO	Compensación
RD	Reducción

<b>III.- Tipo de medida</b>	
CA	Consideraciones de tipo Ambiental
EC	Especificaciones de construcción
NR	Normatividad y reglamentos
PS	Programas Sociales
EA	Estudios Adicionales
XX	Otras

<b>IV.- Ubicación</b>	
Puntual	
Local	
General	

**VI.3.2 IMPACTOS EN ÁREA DE AFECTACIÓN DIRECTA DEL PROYECTO (ÁREA DE EMBALSE, CORTINA, CAMINOS, BANCOS DE MATERIALES E INSTALACIONES Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS COMO PACULA, HIDALGO Y JALPAN DE LA SIERRA, QUERÉTARO).**

**VI.3.2.1 Etapa: Preparación del Sitio.**

**Interacción: Geomorfología – Remoción en masa**

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>1</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geomorfología
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE	EC	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Geomorfología	Mantenimiento y Rehabilitación de caminos. Extracción del material excavado. Apertura y nivelación de plataformas. Socavones	NEGATIVO  Deslaves, pérdida de vegetación y afectación al paisaje.	En diversos puntos del área de afectación (caminos de acceso y área de plataformas)
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Diversas actividades de obra civil y reforestación		Inicio de Preparación del Sitio	Término de Preparación del Sitio
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilización de taludes por medio de obra civil.</li> <li>• Construcción de cunetas o drenes pluviales donde se considere necesario, lo anterior para encauzar y asegurar los escurrimientos superficiales, los cuales se dirigirán hacia los drenes naturales, evitando así el arrastre innecesario del suelo <b>(Ver punto VI.3.3.5 Proyecto de obras de caminos)</b>.</li> <li>• Reforestación de taludes con especies autóctonas en curvas a nivel y sistema de plantación a tres bolillo, elaborando cepas de tipo común y sistema español <b>(Ver punto VI.3.3.3 Proyecto para el establecimiento de un vivero)</b>.</li> <li>• Protección con malla o recubrimientos de concreto, en áreas donde la topografía es muy pronunciada y presenten riesgos de deslaves.</li> <li>• Instalación de anuncios preventivos, donde se localicen puntos específicos de riesgos de derrumbes o deslaves.</li> <li>• La volumetría producto de la remoción de material geológico generada por las obras deberá de ser colocada en sitios donde no obstruyan ni pongan en riesgo el libre tránsito vehicular en los caminos de acceso, así como también afectaciones por deslaves o deslizamientos que dañen la vegetación de la zona, así como a la fauna.</li> </ul>			



<p><b>Beneficios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reducirá el riesgo de daño a la infraestructura.</li> <li>• Se reducirá el riesgo de deslaves y remoción en masa.</li> <li>• Se reducirá el riesgo de formación de diques.</li> <li>• Se reducirá el riesgo de pérdida de vegetación y de paisaje.</li> <li>• Mejor accesibilidad por los caminos de ingreso.</li> </ul>	<p><b>Impactos residuales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Socavones:</i> Estas obras quedarán abiertos pero en contraparte estos sitios favorecerán y beneficiarán las poblaciones de diferentes tipos de fauna de la zona.</li> <li>• <i>Obras civiles en caminos:</i> Estas obras también se quedarán una vez sean concluidos los trabajos de exploración, pero serán de beneficio para los pobladores de la zona y directamente los propietarios de los predios donde se ubiquen estas obras sobre los caminos.</li> </ul>
<p><b>Supuestos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá identificar las zonas de mayor riesgo de remoción.</li> </ul>	<p><b>Impactos ambientales:</b></p>
<p><b>Riesgos:</b></p> <p>Debido a las condiciones geológicas de la zona, está patente el riesgo de una remoción aún con las medidas de mitigación.</p>	
<p><b>Medidas complementarias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Organización Espacial de Infraestructura</li> <li>2.- Delimitación del área de ordenamiento</li> <li>3.- Aptitud territorial</li> <li>4.- Estrategia de ordenamiento territorial</li> <li>5.- Control de la erosión</li> <li>6.- Reconocimiento físico de la zona del proyecto</li> <li>7.- Delimitación del área necesaria para los trabajos de construcción</li> <li>8.- Retiro y almacenamiento de suelo vegetal (Despalme)</li> <li>9.- Prevención y corrección de cárcavas</li> <li>10.- Prácticas de conservación de suelos en las zonas ribereñas</li> <li>11.-Estabilización de taludes</li> </ol>	

- 12.- Colocación de fajillas de madera
- 13.- Construcción de terrazas de banco con madera
- 14.- Colocación de malla de alambre
- 15.- Construcción de muros de mampostería y presas de gavión
- 16.- Forestación y siembra de herbáceas
- 17.- Limpieza de áreas liberadas

**VI.3.2.2 Etapa: Construcción.**

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>2</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Calidad del Aire
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
A.A.	PR, RD, RE	CA, NR	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Calidad del Aire Emisiones de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partículas</li> <li>• Gases</li> <li>• Contaminantes gaseosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bancos de Material</li> <li>• Construcción de caminos</li> <li>• Obras de Cortes, dinamitado, excavación y relleno</li> <li>• Operación de maquinaria</li> <li>• Producción de concreto</li> <li>• Trituración y separación de roca</li> </ul>	NEGATIVO <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento en la concentración de partículas suspendidas en las áreas donde se localizan los bancos de material, zonas aledañas a la construcción de caminos, áreas del proyecto, en zonas donde se aplique dinamitado, áreas de relleno y en áreas donde se localizan las plantas de producción de concretos.</li> <li>• Incremento en la concentración de gases por equipo de combustión.</li> </ul>	En las inmediaciones de Bancos de Material, caminos en construcción, áreas de cortes, bancos de material dinamitados, áreas de excavación, de rellenos y plantas de producción de cementos.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humectar las áreas de los bancos de material, construcción de caminos, sitios de cortes, donde se aplique dinamitado, sitios de excavación y rellenos.</li> <li>• Verificar los niveles de emisión de vehículos</li> <li>• Instalar equipo de control de emisiones para polvos en las plantas de producción de concreto.</li> <li>• Instalar equipo de control de emisiones</li> </ul>		Inicio de Construcción	Abandono /Desmantelamiento

<p>para polvos en las plantas de trituración y separación de roca.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Programas de mantenimiento a los equipos de combustión.</li> </ul>		
<p><b>Descripción de la medida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar riegos periódicos de las áreas de los Bancos de Material, en caminos de terracería con tránsito constante de vehículos, áreas de cortes, áreas de excavaciones y rellenos para que se mantengan húmedas durante las diferentes actividades, con el propósito de reducir los niveles de emisión de partículas, lo cual se puede hacer mediante el uso de pipas de agua.</li> <li>• Utilizar vehículos especializados para transporte de concreto, verificar sus niveles de emisión para que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables NOM-041 SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, así como la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.</li> <li>• Utilizar lona en vehículos de transporte de materiales para evitar que el polvo se re-suspenda a la atmósfera.</li> <li>• Proteger a los trabajadores mediante el uso de mascarilla para polvos en las zonas de cortes, dinamitado, excavación y zonas de relleno durante las actividades de remoción y transporte de materiales de los Bancos de Material, construcción de caminos, cortes, excavación y rellenos.</li> <li>• Requerir a proveedores de concreto, la instalación de equipos de control para las emisiones de polvos.</li> <li>• Instalar sistemas de control de emisiones de polvos en las plantas de trituración y separación, en las operaciones de recepción, transportación, trituración y separación. <b>(Ver punto VI.3.3.4 Proyecto para el establecimiento de cabinas de polvo)</b>, para éstos dos últimos puntos.</li> </ul>		

**Interacción:** Calidad del aire con diversas actividades (construcción de caminos, obras de cortes, excavaciones, rellenos, dinamitado, operación de maquinaria, producción de concreto, bancos de material y trituración / separación de roca.

<p><b>Beneficios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con material geológico para las obras de construcción.</li> <li>• Mejorar la calidad visual</li> </ul>	<p><b>Impactos residuales:</b></p> <p><i>Material geológico producto de obras de excavación:</i> Este será uno de los principales impactos residuales ya que no es posible reincorporar el material en los sitios originales por tal motivo se deberá tener sumo cuidado con la selección de los sitios de disposición final para que estos no se conviertan en un estorbo al tránsito vehicular o queden en riesgo de generar un deslizamiento de este material afectando</p>
--	--

	áreas con vegetación propia de la zona.
<b>Medidas Complementarias:</b>	
1.- Organización espacial de infraestructura	
2.- Aptitud territorial	
3.- Mantenimiento y operación de vehículos, maquinaria e instalaciones	
4.- Riego de terracerías	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>3</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geomorfología
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	PR	EA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Recursos minerales	Llenado del embalse	NEGATIVO Disminución de la facilidad para la explotación de recursos minerales en la zona del embalse	Todo el embalse
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Estudios adicionales de mineralizaciones en el área de embalse		Construcción	Antes del llenado del embalse
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios adicionales en conjunto con el Consejo de Recursos Minerales para establecer con detalle la presencia de mineralizaciones relevantes en la zona a inundar.</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Recursos minerales con llenado del embalse			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento de la ubicación mineralizaciones relevantes facilitar su futura exploración y explotación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Existen en la zona a inundar mineralizaciones relevantes con posibilidades de explotación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos que genera la realización de los estudios</li> <li>Apertura de caminos/ brechas</li> <li>Sondeos</li> </ul>	

<b>Riesgos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inexistencia de mineralizaciones relevantes</li></ul>	
<b>Medidas Complementarias:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1.- Organización espacial de infraestructura</li><li>2.- Criterios generales para la localización de las áreas</li><li>3.- Lineamientos y criterios de regulación ecológica</li></ol>	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>4</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geomorfología
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
A.A.	RE	CA	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Geomorfología • Depositación de sedimentos	Operación de la zona de talleres	NEGATIVO Arrastre y sedimentación de materiales de construcción potencialmente dañinos a la flora y fauna acuática, azolve del vaso.	Área de inundación
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Limpieza de la zona		Construcción	Construcción
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpieza de la zona de talleres, obradores y playas, después de su operación, teniendo principalmente cuidado de retirar y limpiar completamente aquellos materiales que podrían ser peligrosos para la flora y la fauna acuática.</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Depositación de sedimentos con la Operación de la zona de talleres			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reducirá la sedimentación de materiales de construcción potencialmente dañinos al medio acuático.</li> <li>No se contribuirá significativamente al azolve del vaso.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Existirá arrastre de materiales que se depositarán en la zona de la cortina y este aporte de sedimentos contribuirá al azolve de la presa.</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se hará una limpieza eficiente del sitio.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay</li> </ul>	
<b>Riesgos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>La limpieza no es hecha con las debidas precauciones.</li> </ul>			
<b>Medidas Complementarias:</b>			
1.- Manejo de residuos sólidos			



<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>5</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
A.A.	PR, RD, RE	CA, EC	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
<p>Suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión</li> <li>• Inundaciones</li> <li>• Desertificación</li> <li>• Contaminación de suelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontes, despalmes, cortes, excavaciones, nivelaciones.</li> <li>• Habilitación de caminos</li> <li>• Extracción de áridos (bancos de material)</li> <li>• Levantamiento de la cortina</li> <li>• Utilización de vehículos de carga y transporte y maquinaria pesada</li> <li>• Generación de residuos peligrosos</li> </ul>	<p>NEGATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo impacto en los taludes de los cañones, donde la capa de suelo es prácticamente ausente, ya que el material es muy rocoso (Cortina).</li> <li>• Erosión por construcción de caminos y por la eliminación de la vegetación.</li> <li>• Los motores de combustión interna con los que cuenta la maquinaria y vehículos a utilizar requieren de mantenimiento por lo que se generaran residuo sólidos peligrosos principalmente derivados de hidrocarburos, refacciones utilizadas y estopas con restos de estos residuos.</li> </ul>	<p>En las áreas de Cortes, Desmontes, despalmes, área de inundación, Cortina, Bancos de Material y caminos de acceso.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>El abastecimiento de combustible de los equipos así como el almacenamiento de éstos también representan un riesgo considerable el cual atenta con la conservación del medio ambiente.</li> </ul>	
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de almacenes, correspondientes a combustibles y lubricantes, se colocaran depósitos rotulados con la leyenda "BASURA" y las medidas de mitigación propuestas en las <b>Fichas Técnicas 1 y 2</b></li> </ul>		Inicio de la Construcción	Abandono /Desmantelamiento
<p><b>Descripción de la medida:</b></p> <p>Para casi todas las unidades ambientales descritas en el área de estudio solo se tiene un mínimo impacto, ya que se encuentran en taludes de cañones donde la capa de suelo es prácticamente ausente debido a que la pendiente es casi a plomo o se encuentran fuera de la cota de inundación por el embalse, alejada del sitio donde se tiene proyectada la construcción de la cortina de la presa o por que se encuentran en áreas altas respecto al cauce y alejadas del sitio de la cortina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las áreas afectadas por el trazo de caminos y por los movimientos para la realización de la obra tendrán un impacto negativo y permanente al medio ambiente. En estas obras se deberán aplicar medidas de conservación de taludes y control de avenidas para evitar erosión y deslaves o desplomes que pongan el riesgo vida humana e infraestructura. <b>(Ver medidas de mitigación de las Fichas Técnicas 1 y 2).</b></li> <li>La instalación de almacenes, correspondientes a combustibles y lubricantes, deberá hacerse sobre plataformas de material compactado, impermeable, con diques y cárcamos para la recuperación de líquidos, para que en el caso de derrames estos no lleguen a contaminar suelos y agua y, eventualmente, se facilite tanto su recolección como la limpieza del sitio. <b>(Ver medidas de mitigación de las Fichas Técnicas 1 y 2).</b></li> <li>Los materiales de desperdicio que contengan grasas, aceites gastados y estopas impregnados con éstos, así como filtros de aceite y gasolina, bujías, empaques entre otras, serán considerados como residuos peligrosos y dispuestos de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</li> </ul>			
<p><b>Interacción:</b> Suelo con diversas actividades de construcción</p>			

<b>Beneficios:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Disminución de la erosión</li><li>• Disposición y manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos</li></ul>	<b>Impactos residuales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• No hay</li></ul>
<b>Supuestos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Posible derrame de combustibles y aceites</li></ul>	<b>Impactos ambientales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación de suelos</li></ul>
<b>Riesgos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Derrames de combustible y aceites de la maquinaria</li></ul>	
<b>Medidas Complementarias:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1.- Manejo de residuos sólidos</li><li>2.- Manejo de aguas residuales</li><li>3.- Manejo de residuos peligrosos</li><li>4.- Control de emisiones</li></ol>	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>6</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geohidrología
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	CO, RH	EC/ CA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Hidrología Subterránea • Manantialismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llenado del embalse</li> <li>Consumo de agua</li> </ul>	<p>NEGATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de manantiales por inundación.</li> <li>Existencia de población flotante y actividades consumidoras de agua: Aumento de demanda de agua para consumo humano.</li> </ul>	En el área de inundación y área de afectación.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Estudio adicional sobre disponibilidad de agua		Construcción	Construcción
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantizar el abasto de agua para los pobladores que dependen de manantiales que quedarán inundados, construyendo pozos, aprovechando otros manantiales, y/o instalando tuberías para traer agua de ríos, según los resultados de estudios específicos.</li> <li>La medida de compensación propuesta sólo considera manantiales que son aprovechados por los pobladores o por especies de flora con estatus de protección que dependan directamente del manantial.</li> <li>Estudios adicionales previos sobre disponibilidad de agua para garantizar el abasto del recurso para los trabajadores del proyecto sin afectar a los pobladores de la zona.</li> </ul> <p>Evaluación hidrológica de aguas subterráneas en las inmediaciones de la PH Santa Clara y estudio de factibilidad para la instalación de infraestructura de conducción de agua.</p>			
<b>Interacción:</b> Manantialismo con Llenado del embalse y consumo de agua			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer las opciones de</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento del costo de</li> </ul>	

<p>disponibilidad de agua y las opciones para realizar las obras necesarias para el abastecimiento del recurso para los trabajadores y la población.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se generará una demanda importante de agua potable, que competirá con las fuentes explotadas actualmente.</li> </ul>	<p>abastecimiento para la población si deja de ser subsidiada por el estado.</p>
<p><b>Supuestos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe agua en cantidad y calidad suficiente en el subsuelo para abastecer las necesidades de trabajadores y pobladores.</li> </ul>	<p><b>Impactos ambientales:</b></p> <p>Paisajístico temporal. Desmonte y apertura provisional de brechas para estudios geofísicos y perforación de pozos.</p>
<p><b>Riesgos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que no exista o que sea muy costoso aprovechar la disponibilidad de recursos hídricos de la zona y que haya necesidad de traer agua de otras partes.</li> </ul>	
<p><b>Medidas Complementarias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Organización espacial de infraestructura</li> <li>2.- Suministro de agua potable en frentes de obra</li> <li>3.- Determinación de la calidad del agua</li> <li>4.- Determinación de los tratamientos previos a su uso</li> <li>5.- Programa de monitoreo de la calidad del agua</li> <li>6.- Manejo de aguas residuales</li> </ol>	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>7</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geología, Suelo, Vegetación y Fauna
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	PR	NR/CA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología</li> <li>• Suelo</li> <li>• Vegetación</li> <li>• Fauna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación de caminos de acceso a este punto</li> <li>• Presencia de personal laboral de la casa de maquinas, cortina y ajenas al proyecto</li> </ul>	<p>NEGATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de especies de flora y fauna</li> <li>• Afectación del suelo y Geología por extracción de materiales geológicos de valor comercial</li> </ul>	En una de las áreas núcleo de la Sierra Gorda (Área Natural Protegida), dentro del Estado de Querétaro, limitando con el área de la casa de maquinas del proyecto PH Santa Clara
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Restricción al acceso de una de las áreas núcleo de la Sierra Gorda (Área Natural Protegida), aplicando un Programa de Vigilancia Ambiental.		Inicio de Construcción	Permanente después del Abandono del proyecto
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental por parte del promovente encargado del proyecto del PH Santa Clara para la protección de una de las áreas núcleo de la Sierra Gorda (Área Natural Protegida) que se encuentra colindando con el cuarto de maquinas, aplicando las Leyes, Reglamentos y Normas vigentes que competen al estado de Querétaro, restringiendo el paso a personal ajeno a esta área.</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Fauna, Vegetación, Suelo y Geología del área núcleo Sierra Gorda con habilitación de camino / presencia humana			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos indirecto:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preservación de una de las áreas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de la PH Santa Clara</li> </ul>	

núcleo de la Sierra Gorda (Área Natural Protegida)	
<b>Supuestos:</b>  Posible eliminación de especies de flora y fauna de una de las áreas núcleo de la Sierra Gorda si no se aplica una restricción al acceso de esta Zona Protegida	<b>Impactos ambientales:</b>
<b>Riesgos:</b>  <ul style="list-style-type: none"><li>• Que no se aplique el Programa de de Vigilancia Ambiental en esta área protegida</li></ul>	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>8</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Vegetación
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	CO	CA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Vegetación  <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de diferentes tipos de vegetación, de especies bajo estatus de protección y amenazadas, de valor económico y social.</li> </ul>	Desmontes, despalmes, apertura de caminos	<b>NEGATIVO</b>  En el área de estudio del medio físico y natural existen dos especies que se encuentran en la NOM 059-SEMARNAT-2001, las cuales se verán afectadas ya que se encuentran en las áreas a desarrollar. Existen diversas especies de cactáceas las cuales se verían afectadas sus poblaciones. Reducción de especies forestales y de la vegetación riparia de especies cercanas a los márgenes de los ríos, así como de acuáticas en el área del embalse. Reducción del Bosque Tropical Caducifolio, y de elementos del Bosque de Encino ( <i>Quercus sp.</i> ) principalmente.	Caminos de acceso
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperación de germoplasma y reforestación con especies de que se encuentren en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial</li> </ul>		Construcción	Al Término del proyecto
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de viveros en el sitio para reproducir especies propias del lugar, principalmente aquellas representantes de los bosques tropical caducifolio y Bosque de Encino (<i>Quercus sp.</i>)</li> <li>Se recomienda que el material germoplásmico para la reproducción de las especies sea de preferencia por semillas, ya que se busca contar con una mayor diversidad genética, sin descartar el uso de material vegetativo.</li> <li>Se recomienda seleccionar una zona que se encuentre dentro del área de influencia, que reúna las condiciones agroclimatológicas para poder establecer los tipos de vegetación y especies que se perderán o serán dañadas por el establecimiento del embalse.</li> <li>Por ningún motivo, introducir especies exóticas.</li> <li>Una vez establecida la presa, aplicar la norma de cambio de uso de suelo NOM-062-ECOL-1994, cercano al cuerpo de agua y área de influencia.</li> </ul>			



<b>Interacción:</b> Vegetación / Desmontes, despalmes, apertura habilitación de caminos	
<p><b>Beneficios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de especies terrestres y acuáticas de estatus de conservación, endémicas y restringidas.</li> <li>• Reforestación</li> <li>• Establecimiento de viveros en el sitio para reproducir especies propias del lugar</li> <li>• Contar con material germoplásmico (diversidad genética)</li> </ul>	<p><b>Impactos residuales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vivero</i> : En el caso de que esta obra se realice también se dejarán las instalaciones en el terreno que sea seleccionado para este fin, beneficiando al propietario del terreno, o podrá ser retirado en el caso de que por solicitud del propietario así lo requiera.</li> </ul>
<p><b>Supuestos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución de programas de rescate y conservación</li> <li>• Reforestación de las áreas afectadas</li> </ul>	<p><b>Impactos ambientales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo (Erosión)</li> <li>• Vegetación</li> <li>• Fauna</li> </ul>
<p><b>Riesgos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de especies terrestres y acuáticas de estatus de conservación, endémicas y restringidas.</li> </ul>	
<p><b>Medidas Complementarias:</b></p> <p>1.- Conservación y protección de la flora silvestre</p> <p>2.- Actividades para la vigilancia y derribo del arbolado (Desmonte)</p> <p>3.- Programa para el control y prevención de incendios forestales principalmente en el área núcleo de la Sierra Gorda</p>	

Ficha Técnica No.	9	Rasgo ambiental:	Fauna terrestre y acuática
Incidencia	Naturaleza	Tipo	Ubicación Especial
AA	CO	CA	General
Factor ambiental bajo estudio	Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	Generalidades del impacto esperado	Donde ocurrirá el impacto
Fauna terrestre y acuática <ul style="list-style-type: none"> <li>Perdida de diferentes tipos de hábitats de fauna terrestre y acuática</li> </ul>	Desmontes, despalmes, habilitación de caminos y zonas inundables, llenado del vaso	NEGATIVO <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de especies faunísticas terrestres y acuáticas.</li> <li>Desplazamiento de especies faunísticas, especialmente terrestres hacia otros lugares, fuera del área de afectación.</li> <li>Perdida de nidos, madrigueras u otros que sirven de refugio a las diferentes especies que ahí habitan.</li> </ul>	Zona de obras, área de embalse y en la habilitación de caminos de acceso
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programas de rescate y reubicación</li> </ul>		Inicio de la Construcción	Abandono / Desmantelamiento
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Reptiles:</b> Implementar un programa para el rescate y reubicación. Es factible que en el curso del proceso de inundación los individuos se desplacen aguas arriba, sin embargo sería importante asegurar que este proceso se presente, ya que estas especies son muy lentas para desplazarse.</li> <li>Programas de rescate y reubicación.</li> <li>Realizar un programa de señalización vial en las diferentes caminos de acceso, con el fin de proteger la fauna del área de estudio del medio físico y natural.</li> <li>Generar un programa de comunicación ambiental que se complemente con el punto anterior con el fin de señalar las zonas de interés, paso de animales prohibitivos, información general, etc.</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Fauna terrestre y acuática con desmontes, despalmes, habilitación de caminos y zonas inundables, llenado del vaso y generación de aguas residuales (domésticas).			

<b>Beneficios:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Protección de especies terrestres y acuáticas de estatus de conservación, endémicas y restringidas.</li></ul>	<b>Impactos residuales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• No tiene</li></ul>
<b>Supuestos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ejecución de programas de rescate y conservación</li><li>• Programas de educación ambiental</li><li>• Programa de vigilancia ambiental</li><li>• Capacitación y concientización</li></ul>	<b>Impactos ambientales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fauna terrestre y acuática</li><li>• Vegetación</li></ul>
<b>Medidas Complementarias:</b>  1.- Protección de la fauna silvestre  2.- Reglamento de protección para la fauna silvestre	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>10</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Dinámica poblacional
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	PR, RE	PS	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
<i>Socioeconómico</i> • Salud	Permanencia de trabajadores en zona de obra.	NEGATIVO  Daños a la salud	Área de cortina
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Programa de prevención de enfermedades en cooperación con servicios de salud		Antes de iniciar el proyecto	Al terminar el proyecto
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil epidemiológico de los trabajadores.</li> <li>• Diseño e implementación de campañas de prevención de enfermedades, control de alcoholismo, drogadicción, fármaco dependencia y atención a la salud.</li> <li>• Sistema de atención de emergencias.</li> <li>• Campañas de salud, incluyendo vacunación.</li> <li>• Análisis epidemiológico de la zona</li> <li>• Control de vectores patógenos</li> <li>• Manejo de alimentos (comedores)</li> <li>• Monitoreo y manejo del agua potable y servicios</li> <li>• Plan de contingencia</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Salud con presencia de trabajadores en zona de obra			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evitan epidemias y transmisión de enfermedades</li> <li>• Mejor productividad</li> <li>• Bajan costos de atención medica</li> <li>• Reducción de riesgos asociados a adicciones (violencia, inseguridad en la propiedad, delincuencia, malvivencia, vagancia y mendicidad).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay control en el proceso de</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene</li> </ul>	

<p>contratación</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se cuenta con recursos humanos y económicos</li><li>• Buena cooperación institucional</li></ul>	
<p><b>Riesgos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Daños a la salud</li><li>• Violencia, inseguridad en la propiedad, delincuencia, malvivencia, vagancia y mendicidad.</li></ul>	
<p><b>Medidas Complementarias:</b></p> <p>1.- Instalación y operación de sanitarios móviles</p>	

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>11</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Dinámica poblacional
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	RH, PR, RE	PS	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
<p><i>Socioeconómico</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud</li> <li>• Educación</li> <li>• Servicios públicos</li> <li>• Vivienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas las actividades de construcción CC1-CC28 (<b>Ver Matriz Causa-Efecto</b>)</li> <li>• Actividades de la construcción CD1-CD33 (<b>Ver Matriz Causa-Efecto</b>)</li> <li>• Presencia temporal de familias de algunos trabajadores de la obra CE1-CE33 (<b>Ver Matriz Causa – Efecto</b>)</li> </ul>	<p>NEGATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños a la salud</li> <li>• Sobredemanda de aspirantes para los planteles de educación, básica, media básica y media</li> <li>• Demanda y encarecimiento de vivienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En diferentes puntos del área de afectación</li> <li>• Pacula y Vicente Guerrero en el estado de Hidalgo</li> <li>• Jalpan de Serra, en el estado de Queretaro</li> </ul>
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Programa de calidad de agua Ampliación temporal de oferta educativa Programa de mantenimiento y adecuación de servicios públicos municipales Programa de creación de vivienda temporal		Desde el inicio	Permanente Al término del proyecto
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de agua</li> <li>• Monitoreo de redes y plantas de tratamiento</li> <li>• Creación de aulas temporales</li> <li>• Contratación temporal de profesores</li> <li>• Cuidar la calidad del servicios educativo</li> <li>• Creación de aulas temporales</li> <li>• Contratación temporal de profesores</li> <li>• Cuidar la calidad del servicios educativo</li> <li>• Desarrollar un programa de requerimientos y utilización de servicios públicos con base a la experiencia de proyectos anteriores que sean similares</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostico de necesidades asociadas al proyecto</li> <li>• Estimar la población flotante que pueda asentarse en municipios aledaños</li> <li>• Reconocer la curva de utilización de personal</li> <li>• Prever los diferentes servicios que se puedan requerir</li> <li>• Determinar la capacidad receptora de las comunidades más importantes y cercanas al proyecto</li> <li>• Determinar y acordar con autoridades municipales requerimientos</li> <li>• Creación de un fondo para la creación de vivienda temporal</li> <li>• Esquema de cooperación con el municipio para creación, restauración y adaptación de viviendas</li> <li>• Actualización de planes parciales para dar cabida al programa de vivienda</li> <li>• Cooperar con municipio en la definición de linimientos y programas de cambio de uso de suelo dentro de los planes de centro de población o de los planes parciales</li> </ul>	
<p><b>Interacción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud con consumo de agua</li> <li>• Educación con las diferentes actividades de Construcción</li> <li>• Servicios públicos y cambio de uso de suelo con todas las actividades de construcción</li> <li>• Vivienda y cambio de uso del suelo con todas las actividades de construcción</li> </ul>	
<p><b>Beneficios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención de enfermedades</li> <li>• Disminuyen costos médicos</li> <li>• Se mejora la infraestructura</li> <li>• Se mantiene calidad</li> <li>• Se garantiza oferta educativa a nuevos demandantes</li> <li>• Se evitan conflictos sociales</li> <li>• Se gana aceptación del proyecto</li> <li>• Mejora calidad de vida de población y trabajadores</li> <li>• Mayor cobertura de servicios públicos</li> <li>• Mayor aceptación social del proyecto</li> <li>• Se mitiga la inflación a nivel local</li> <li>• Se ofrecen viviendas de mejor calidad</li> <li>• Se evitan daños a la estructura urbana</li> <li>• Se gana experiencia local en la gestión de proyectos</li> <li>• Mejora la calidad de vida de los trabajadores y los servicios públicos.</li> </ul>	<p><b>Impactos residuales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene</li> <li>• Daños provocados por campamentos</li> <li>• Mas Contaminación</li> </ul>
<p><b>Supuestos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se opera un programa integral</li> </ul>	<p><b>Impactos ambientales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena cooperación con autoridades correspondientes</li> <li>• Se adjudican fondos suficientes y oportunamente</li> <li>• Cooperación con ayuntamiento</li> <li>• Asignación oportuna de recursos</li> <li>• Interés por mejorar condiciones de vida de los trabajadores y población</li> <li>• Destinan recursos oportunamente</li> <li>• Interés en mejorar condiciones de vida de trabajadores</li> <li>• Destinan recursos oportunamente</li> </ul>	
<p><b>Riesgos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se resuelve parcialmente el problema</li> <li>• Retrasos en programa y uso ineficiente de recursos</li> <li>• Uso ineficiente de recursos</li> <li>• Saturación de servicios sobre todo agua</li> <li>• Encarecimiento en la dotación de servicios.</li> <li>• Se ofrece vivienda inadecuada y no útil para reutilizarla una vez abandonada</li> <li>• Desperdicio de recursos</li> <li>• Aumento de precios</li> </ul>	
<p><b>Medidas Complementarias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos</li> <li>2.- Estimación de la cantidad de residuos a manejar</li> <li>3.- Instalaciones para el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos</li> <li>4.- Elaboración del proyecto ejecutivo para el almacenamiento temporal de los residuos</li> <li>5.- Construcción y operación</li> <li>6.- Almacenamiento en los Centros generadores</li> <li>7.- Contenedores para el transporte al sitio de almacenamiento temporal</li> <li>8.-Recolección de residuos a las instalaciones de confinamiento</li> <li>9.- Cuantificación y caracterización de las descargas</li> <li>10.- Sistemas de tratamiento y localización</li> <li>11.- Permiso de la descarga de agua residual</li> <li>12.- Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento</li> </ol>	



<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>12</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Sistema Sociocultural
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	CO, PR	PS	(General)
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Socioeconómico <ul style="list-style-type: none"> <li>Patrimonio Cultural</li> </ul>	Actividades de construcción CG1-CG33 (Ver <b>Matriz Causa - Efecto</b> )	NEGATIVO Daños al patrimonio cultural	En el área de afectación del proyecto
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Identificar y salvaguardar el patrimonio cultural y arqueológico existente en la región del proyecto		Antes del inicio del proyecto	Inicio de Operación
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectuar convenios de colaboración con el INHA para la identificación, salvamento y rescate del patrimonio</li> <li>Acordar la liberación de áreas utilizadas por el proyecto antes del inicio de su construcción</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Patrimonio cultural y cambio de uso de suelo con todas las actividades de construcción			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se evitan daños al patrimonio</li> <li>Se gana aceptación social al proyecto</li> <li>Mejoran capacidades de protección del patrimonio</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cooperación entre las entidades públicas correspondientes</li> <li>Se destinan recursos oportunamente</li> <li>El programa queda en manos de personal calificado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene</li> </ul>	
<b>Riesgos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Daño al patrimonio</li> <li>Acciones equivocadas</li> <li>Desconfianza social</li> </ul>			

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>13</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Dinámica Sociopolítica
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	PR, RE, CO	PS	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Socioeconómica • Tejido Social	Todas las actividades de la construcción	NEGATIVO Aparición de conflictos sociales	Área de afectación del proyecto
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Instaurar un programa de identificación atención social y manejo de conflictos		Inicio de la construcción	Un año después de iniciada la operación
<b>Descripción de la medida:</b>			
El programa deberá comprender, entre otros aspectos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas permanentes de comunicación social</li> <li>• Establecer mecanismos de comunicación entre las poblaciones aledañas al proyecto</li> <li>• Considerar personal especializado y experimentado</li> <li>• Monitoreo y atención a quejas y demanda de la ciudadanía</li> <li>• Mecanismos para responder a efectos negativos no previstos sobre el medio social y natural.</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Conflictos ambientales y sociales con todas las actividades de construcción			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se gana aceptación social</li> <li>• Disminuye probabilidad de conflictos</li> <li>• Se reduce intensidad de controversia</li> <li>• Se le da certidumbre a la ejecución del proyecto</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje social y mayores probabilidades de conflictos</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay compromiso con el programa de manejo</li> <li>• Se cuenta con personal con experiencia y conocimientos</li> <li>• Que se designan recursos oportunamente</li> <li>• Que se tiene capacidad de decisión a nivel local</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay</li> </ul>	

<p><b>Riesgos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ola de movilización</li><li>• La oposición al proyecto gana difusión</li><li>• Pérdida de confianza respecto a la efectividad del programa</li></ul>	
---	--

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>14</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Dinámica Socioeconómica
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	CO	PS	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Socioeconómico • Pérdida de suelo y bienes distintos a la tierra	Actividades de la formación del embalse	NEGATIVO Conflictos Sociales	En diferentes puntos del área de afectación
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Compensación económica		Antes del inicio del proyecto	Hasta después de concluida la obra
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compensación económica directa a propietarios de las tierras tomando en cuenta la existencia de bienes construidos, el valor del terreno y escuchando a los propietarios en procesos de negociación.</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Pérdida de espacio habitable actual y de recursos naturales para la construcción con todas las actividades de construcción			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se gana aceptación social</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanece la sensación de pérdida en las personas</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene un acuerdo sobre valores afectados</li> <li>• Se paga conforme a expectativas de los afectados</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de recursos naturales en el ecosistema</li> </ul>	
<b>Riesgos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos sociales y ambientales</li> <li>• Invertir en recuperación innecesaria</li> <li>• Invertir en recuperación necesaria</li> </ul>			

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>15</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Dinámica Socioeconómica
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	RE, PR	PS	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Socioeconómico <ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de vida</li> </ul>	Actividades de la Construcción BW1-BW33 (Ver <b>Matriz Causa - Efecto</b> )	NEGATIVO Detrimiento y merma de calidad de vida	Principalmente en el municipio de Pacula, Hidalgo
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Generación de empleos para grupos vulnerables		Desde que se contratan los primeros trabajadores	Hasta la etapa de operación
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Procurar la contratación de grupos vulnerables, específicamente mujeres y personas mayores de cuarenta años de la región.</li> <li>Crear un programa de capacitación para estas personas de acuerdo al tipo de empleos ofrecidos.</li> </ul>			

<b>Interacción:</b> Costo de vida con todas las actividades de construcción	
<b>Beneficios:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se promueve la equidad social</li> <li>Se reducen el potencial de criminalidad</li> <li>Se reducen los incentivos a la prostitución</li> <li>Mejora la calidad de vida de las personas</li> </ul>	<b>Impactos residuales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene</li> </ul>
<b>Supuestos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Que la empresa contratista no discrimina a estos grupos vulnerables</li> <li>Que se garantizan las condiciones de seguridad de trabajo correspondientes</li> </ul>	<b>Impactos ambientales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene</li> </ul>
<b>Riesgos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene</li> </ul>	

**VI.3.2.3 Etapa: Operación.**

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>16</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geomorfología
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
A.A.	PR	EC	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Laderas	Variaciones en el nivel del embalse	NEGATIVO Erosión de las paredes del embalse por variaciones del nivel de agua.	Área de embalse
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Estabilización o derrumbamiento de laderas		Operación	Abandono / Desmantelamiento
<b>Descripción de la medida:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabilización o derrumbamiento de las laderas con mayor riesgo de remoción</li> </ul>			
<b>Interacción:</b> Variaciones en el nivel del embalse – remoción en masa			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reducirá el riesgo de daño a la infraestructura.</li> <li>Se reducirá el riesgo de remoción en masa (azolve).</li> <li>Se reducirá el riesgo de formación de diques.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a las condiciones geológicas y meteorológicas de la zona, existirán continuamente deslaves y remociones.</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se logrará identificar las zonas de mayor riesgo de remoción.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay</li> </ul>	
<b>Riesgos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a las condiciones geológicas de la zona, está patente el riesgo de una remoción aún con las medidas de mitigación.</li> </ul>			

**Medidas Complementarias:**

- 1.- Delimitación del área necesaria para los trabajos de construcción
- 2.- Prevención y corrección de cárcavas
- 3.- Prácticas de conservación de suelos en las zonas ribereñas
- 4.- Estabilización de taludes

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>17</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Dinámica socioeconómica
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AA	PR	PS	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Socioeconómico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo</li> </ul>	Formación del Embalse	<p>NEGATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variaciones en el nivel del embalse</li> <li>• Regulación del caudal</li> <li>• Generación de aguas residuales</li> <li>• Acciones de mantenimiento</li> </ul>	Área inundada
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Sistema de información sobre condiciones para estancias en el área		Después del llenado	Permanente
<b>Descripción de la medida:</b>			
Instaurar un sistema de información que pueda ser consultado por los posibles usuarios antes de visitar la zona.			
<b>Interacción:</b> Turismo con diversas actividades de la Operación			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la satisfacción de paseantes</li> <li>• Pesca</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se opera un sistema de información creíble</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del Paisaje</li> </ul>	
<b>Riesgos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pierde confianza</li> <li>• Se difunde información adversa</li> </ul>			



**Descripción de la medida:**

Estudio ambiental a nivel de cuenca de los impactos acumulativos y sinérgicos producidos por los aprovechamientos y presas en el Río Santiago.

Participación en los organismos de cuenca para la gestión de la mejora de la calidad del agua en la cuenca del Río Santiago.

Implementación de actividades de monitoreo y modelo parte de un Programa de Evaluación Ambiental del Aprovechamiento Hidroeléctrico del Río Santiago.

<b>Ficha Técnica No.</b>	<b>18</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Hidrología Superficial
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Especial</b>
AIAAB	CO, PR	EA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Hidrología Superficial <ul style="list-style-type: none"> <li>Variación del flujo</li> </ul>	Formación del embalse  Obra de Desvío	<p><b>NEGATIVO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación a la fauna acuática y Vegetación Riparia aguas abajo del embalse</li> </ul>	aguas abajo de la cortina
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se dejara un gasto ecológico en temporal de estiaje para beneficio de la fauna acuática y la vegetación riparia.</li> </ul>		Inicio de la Operación	Termino de la Operación
<b>Interacción:</b> Variación del flujo / Obra de desvío y formación del embalse			
<b>Beneficios:</b>		<b>Impactos residuales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de contaminantes</li> <li>Mayor oxigenación en el embalse</li> <li>Disminución de sedimentos</li> <li>Manejo adecuado de las descargas de la presa</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración física de sedimentos en el fondo del embalse</li> </ul>	
<b>Supuestos:</b>		<b>Impactos ambientales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de medidas de prevención y control de eutrofización.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del agua</li> <li>Fauna acuática</li> <li>Vegetación Riparia</li> </ul>	
<b>Riesgos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eutrofización</li> </ul>			

### **VI.3.3 PROPUESTAS DE LOS PROYECTOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

#### **VI.3.3.1 Proyecto: Medidas de mitigación / compensación para el aumento de demanda y presión sobre recursos de agua para consumo humano.**

##### **VI.3.3.1.1 Evaluación hidrológica de aguas subterráneas reforzada con geofísica eléctrica sobre en las inmediaciones del PH Santa Clara, municipio de Pacula, Hidalgo.**

En la fase de identificación y evaluación de impactos se describió que la existencia de población flotante y en tránsito durante la fase constructiva del proyecto provocaría un aumento de demanda de agua para consumo humano y competencia por el recurso.

El área propuesta para la obra civil principal del proyecto e instalaciones asociadas (incluyendo campamentos, talleres y obradores) es una zona crítica para el abastecimiento de agua de calidad para consumo humano:

Ante la situación de escasez de agua, aumento de demanda y el riesgo a la salud que representa el uso de la fuente de suministro aprovechada actualmente, se evaluaron preliminarmente áreas cercanas con potencial geohidrológico. Los acuíferos que se alojarían en los valles identificados se recargarían localmente por las precipitaciones -sin fluir a través de volúmenes de alteraciones hidrotermales- y podrían aportar agua en cantidad aprovechable y de calidad suficiente para la población flotante durante la construcción.

- En las fases de operación y abandono del proyecto cualquier instalación para el aprovechamiento de los acuíferos representaría una mejor fuente permanente de abastecimiento de agua para la población local.

La evaluación hidrogeológica de los valles de interés se incluye como medida de compensación a la situación de competencia por el agua en la fase de construcción para los habitantes locales.

El objetivo específico de la medida es determinar en tres (3) áreas de mínimo 1 km<sup>2</sup> cada una las condiciones geohidrológicas que controlan la ocurrencia, calidad e hidrodinámica del agua subterránea, así como evaluar la potencialidad y disponibilidad de la misma para la ubicación de uno o más pozos profundos de suministro para consumo humano durante la construcción – y operación posterior – del PH Santa Clara.

Para alcanzar estos objetivos se propone estudiar y evaluar los siguientes aspectos:

- Marco geológico en que se aloja y se mueve el agua subterránea y definición de las condiciones geológico-estructurales locales que tienen influencia sobre

su ocurrencia y calidad.

- Mecanismo de recarga y descarga de los acuíferos.
- Censo de los aprovechamientos del agua subterránea, cuantificación de los volúmenes de extracción y sus configuraciones piezométricas.
- Caracterización de las obras hidráulicas activas e inactivas
- Determinar la calidad y condición actual de explotación; así como estimar la potencialidad y disponibilidad de agua subterránea.

Geofísica eléctrica (sondeos eléctricos verticales) en sitios estratégicos y de mayor potencial de cada zona, desde el punto de vista hidrogeológico y estructural.

#### **VI.3.3.1.1 Descripción de actividades para ambas medidas**

##### **Recopilación, adquisición y análisis de estudios y trabajos previos**

Recopilación, adquisición, análisis y ordenamiento de la información existente: topográfica, climatológica, geológica, hidrológica (superficial y subterránea), piezométrica, hidrogeoquímica, y toda aquella información relevante y de utilidad para el estudio hidrogeológico a realizar.

##### **Fotointerpretación con fines hidrogeológicos**

A partir de la interpretación de imágenes de satélite y/o ortofotografías y/o fotografías aéreas verticales, se indicarán todos aquellos rasgos topográficos, geológicos e hidrológicos de importancia, tales como: contactos, fallas, estructuras geológicas, red hidrográfica, pozos, norias, manantiales y rasgos del relieve y urbanos más sobresalientes. Los resultados de la fotointerpretación serán consignados en mapas topográficos base editados a escala convenientes (1:10 000 ó 1:20 000).

##### **Definición del marco geológico e hidrogeológico**

Con soporte en la información precedente y en la interpretación de imágenes de satélite y/o ortofotografías y/o fotografías aéreas verticales, se definirá el marco geológico local, como base para conocer el origen, composición, disposición, posición estratigráfica y discontinuidades geológicas de las diferentes formaciones o unidades litológicas presentes en la zona de estudio.

##### **Censo de aprovechamientos**

Localización en mapas topográficos base (escala 1:10 000 ó 1:20 000), de los aprovechamientos activos e inactivos de agua subterránea existentes en la zona tales como: pozos, norias, manantiales, tajos, etc. El censo incluirá las características constructivas, regímenes de operación, volúmenes de extracción, mediciones piezométricas, elevación del brocal y ubicación en coordenadas UTM (ITRF92) de los aprovechamientos, utilizando GPS portátil con precisión de 0 a 10 m.

Al mismo tiempo se tomarán datos físicos de campo tales como: STD, pH, temperatura y conductividad eléctrica, parámetros que ayudaran a determinar la caracterización de calidades de agua.

Durante los recorridos de campo se tomarán fotografías digitales que ilustren las unidades y rasgos geológicos más importantes, así como los diferentes tipos de aprovechamientos censados. Fotografías que se incluirán en un anexo del informe final.

### **Piezometría de aprovechamientos**

Con las mediciones piezométricas obtenidas en el censo de aprovechamientos, se confeccionarán planos con curvas de igual profundidad o elevación del nivel estático, indicando las características hidrodinámicas y sus profundidades.

### **Geofísica de exploración – sondeos eléctricos verticales**

Selección de áreas estratégicas de interés geohidrológico para investigar las características físicas del subsuelo, por medio de *un mínimo de 3 líneas geofísicas de resistividad eléctrica* (SEV's) para cada de las tres (3) zonas seleccionadas. Técnica indirecta que mide la resistividad geoelectrica de las rocas y materiales del subsuelo, con lo cual y mediante interpretación de resultados, se puede determinar la presencia y probable calidad del agua.

La modalidad empleada son los sondeos eléctricos verticales, aplicando configuraciones electrónicas tipo Schlumberger, arreglo que se empleará según las características particulares de las características geohidrológicas y el ambiente geológico del área a evaluar. Las profundidades de investigación geoelectrica se fijarán una vez definida la zona a investigar y objetivos a alcanzar. Sin embargo se anticipa que tendrán aberturas mínimas  $AB/2 = 500$  m.

El procesamiento de la información se realiza por métodos interactivos computarizados, que proporcionan información sobre resistividades y espesores de los diferentes materiales geológicos que integran el subsuelo, resultados que aunados al marco geológico, conducen al modelado general de las diferentes capas y estructuras del subsuelo, mismos que combinados con los conceptos y esquemas geohidrológicos, definirán la profundidad y características de los horizontes o unidades litológicas con potencial de reservas acuíferas.

### **Marco hidrogeológico y disponibilidad del recurso**

Con objeto de definir la disponibilidad del recurso, se establecerán las condiciones y características hidrogeológicas generales de las tres (3) zonas evaluadas. De acuerdo a los resultados y el análisis del marco hidrogeológico de los acuíferos, se determinará la factibilidad técnica de exploración/explotación del recurso.

### **Procesamiento de la información e interpretación de resultados**

Con apoyo en un Sistema de Información Geográfica (SIG) se procesa y analiza la información colectada y generada, así mismo se integra todo el material

gráfico y cartográfico necesario para mostrar y soportar los resultados, interpretaciones, conclusiones y recomendaciones finales del estudio.

Todos los resultados e interpretaciones de las actividades y trabajos desarrollados se integran en un informe final impreso y en formato digital (CD), informes que se acompañarán con suficiente material gráfico, cartográfico y analítico generado, incluyendo conclusiones y recomendaciones, así como una relación de los estudios e investigaciones previas consultadas y literatura bibliográfica y cartográfica utilizada.

### **VI.3.3.2 Disposición y Manejo de material de rezaga**

El proyecto del embalse Santa Clara, se encuentra enclavado en un área de diversidad geológica y litológica, por lo que los materiales de desecho generados en la construcción de campamentos, tanques y caminos serán de diversos tipos y volúmenes.

En los párrafos siguientes se hace un breve bosquejo de los lineamientos generales para la disposición de este material. Así como de su utilización dentro del programa de rehabilitación.

El material generado tendrá diversos orígenes:

a) Material superficial (suelo vegetal) en sitios con suelos importantes (luvisoles, acrisoles), proveniente de campamentos, sitios de ubicación de tanques, construcción de caminos en la zona templada y banco de préstamo de material, principalmente en los bancos de arcilla.

b) Material superficial poco intemperizado con diversas cantidades de materia orgánica, en sitio con suelos someros (xerosoles, litosoles, rendzinas y regosoles) proveniente de campamentos, sitios de ubicación de tanques y construcción de caminos en materiales tipo 10, 70, 20; 10, 40, 50 y 0,10, 90.

c) Roca; proveniente de construcción de caminos de acceso en materiales tipo 10, 70, 20; 10, 40, 50 y 0, 10, 90, remoción de material no deseado en los bancos de material y generación del enclave de la cortina.

Los materiales deberán ser clasificados en dos grupos:

- a) superficiales con procesos edafogénicos avanzados (suelo y capas transicionales, horizontes Ho, AC ó C), y
- b) no superficiales o con procesos edafogénicos incipientes o nulos (roca sana, saprolita).

Aún cuando existen diferencias clave en las subcapas o subhorizontes dentro de los materiales con edafogénesis, en este caso se tomará como "suelo" las capas que abarcan desde el horizonte Ho de fermentación en caso de existir, hasta el horizonte C (saprolita) pasando por diferentes horizontes A que corresponden a la acumulación de materia orgánica y mezcla porción mineral-porción orgánica; horizontes B de acumulación por translocación de material posibles; AC y BC transicionales entre los A o B y el horizonte C.

#### **LINEAMIENTOS GENERALES DEL MANEJO DE LA REZAGA**

Debido al plan de obra, la información de proyecto y los recorridos de campo, se prevé que estos materiales comprendan un volumen importante del material removido. Se consideran importantes los volúmenes generados tanto en los trazos nuevos (para construcción y mantenimiento) generados sobre la cota 2,000 y en el aprovechamiento de los bancos.

Los sitios para la ubicación temporal del material de rezaga deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Pendiente baja o la menor posible.
- b) Alejados de cauces naturales y zonas de concentración de flujo.
- c) Proximidad a los caminos existentes.

El contratista (empresa encargada del proceso de construcción de las obras) deberá proponer al promovedor en función de los criterios anteriormente descritos, los sitios óptimos para la ubicación temporal del material de rezaga considerando los sitios propuestos en estos lineamientos, se autorizará los sitios en función de la normatividad estatal y federal vigente.

El material superficial con procesos pedogenéticos avanzados deberá ser reubicado en un área aledaña, o dentro del banco de material, para su empleo en los programas de rescate y transplante de la vegetación (viveros) y en el de restauración (rehabilitación de los sitios perturbados).

Dentro del manejo de los materiales con procesos edafogenéticos avanzados se recomienda realizar el menor movimiento posible durante su reubicación y traslado. Se prevé la generación de un material final mezclado con propiedades sin estratificación, con alta variabilidad.

Los materiales con procesos pedogenéticos avanzados, podrán emplearse como sustrato en las diferentes áreas a rehabilitar dentro del proyecto, así como de sustrato de producción en los viveros recomendados.

En cuanto al material sin procesos pedogenéticos avanzados, se tienen tres clases de tamaño predefinidas, que ayudan en su clasificación conceptual. Siendo estas A (materiales sueltos con componentes <7.5 cm.) o finos, B (material intemperizado extraíble con maquinaria pesada <75 cm.) o medios y C (material grueso extraído empleando explosivos >75 cm.) o gruesos.

Empleando estas clases de tamaño, tienen diferentes materiales con mezclas de las fracciones. Las proporciones empleadas describen el porcentaje de material de cada tipo, en términos A-B-C.

Por cuestiones de manejo del material en términos de la facilidad de traslado y el uso para el programa de restauración se divide en dos grupos de acuerdo a su procedencia.

- a) Material proveniente de los bancos de arcilla

b) Material proveniente de los bancos de roca.

### **Disposición final de los bancos de material**

Se deben mantener limpias, bien drenadas, bien ventiladas, iluminadas, sin rezaga de roca, libre de obstáculos y en condiciones de seguridad, las zonas de las excavaciones.

Una vez finalizada la extracción del material de préstamo, se deberá escarificar la base del banco para colocar el material fino. Este material se colocará de acuerdo con las recomendaciones del Programa de Restauración.

### **LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL CONTRATISTA EN EL MANEJO DE LA REZAGA**

El Contratista debe realizar el aprovechamiento de los materiales en los bancos de préstamo conforme a los procedimientos que permitan su restauración (ver programa de restauración). Previo al inicio de la utilización de las áreas, el Contratista debe elaborar el estudio correspondiente para que obtenga la autorización en materia de impacto ambiental. Dicho estudio se debe apegar a la legislación vigente en materia ambiental en el Estado.

En el manejo del material de rezaga los acarreos y sobreacarreos, son a título enunciativo: los acarreos totales del material de despilme a los bancos de almacenamiento y/o desperdicio (sitios para la ubicación temporal del material de rezaga) incluyendo los acarreos necesarios para su posterior reutilización en la rehabilitación de las zonas perturbadas (Ver programa de restauración); y los materiales que se desecharán depositándolos en los bancos de desperdicio; las maniobras en los patios de almacenamiento; los acarreos al sitio de su colocación; los acarreos totales de los materiales de préstamo; así como los materiales producto de las excavaciones para la construcción de las obras de desvío y contención que deban desecharse y depositarse en los bancos de desperdicio establecidos en este documento.

El confinamiento de rezaga se debe hacer en los sitios denominados bancos de desperdicio o de ubicación temporal de la rezaga. Si se requiere sitios adicionales o modificar los señalados se debe solicitar por escrito al promovente, quien a su vez hará la solicitud correspondiente a la autoridad competente. No se permitirá el uso de sitios sin el aval previo de la autoridad correspondiente.

En todos los casos anteriormente descritos, el contratista debe considerar, bajo su responsabilidad, el porcentaje de material que se aprovechará, el que se desperdiciará, y el que por cuestiones técnicas irremediablemente se derramará en las laderas (“balconeo”). El Contratista debe considerar bajo su responsabilidad, el efecto del abundamiento de los materiales excavados, la reducción de volúmenes de los materiales que se compactan, así como los desperdicios.

Sólo por razones técnicas bien fundamentadas de parte del Contratista, se permitirá que el material se derrame en las laderas. De presentarse el caso, el



Contratista esta obligado a restaurar las áreas dañadas por el efecto del balconeo.

Es responsabilidad del Contratista cuantificar las cantidades de obra que implican los trabajos y hacer las consideraciones que juzgue necesarias para la ejecución de las mismas conforme a las presentes especificaciones, de manera que el promovente de la obra no tendrá responsabilidad alguna en ningún reclamo por variación en las cantidades de obra obtenidas por el Contratista.

### **VI.3.3.3 PROYECTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO.**

Se propone una reforestación con especies de *Bursera simaruba* (chacá), *Capparis incana* (palo cenizo), *Esenbeckia berlandieri* (jopoy), *Lysiloma microphylla* (palo de arco), *Phoebe tampicensis* (laurel) y *Psidium sartorianum* (guayabillo), *Acacia coulteri* (guajillo), *Guazuma ulmifolia* (aquiche) y *Bursera lancifolia* (chacá), para la Selva Baja Caducifolia, *Quercus mexicana* y *Quercus castanea* para Bosque de Encino (*Quercus*).

#### **Vivero.**

El vivero tendrá como propósito fundamental la producción de plantas para abastecer las demandas de los programas de reforestación.

El vivero propuesto es de tipo temporal y muy probablemente se localizará en un área de difícil acceso, pero muy cercano a las zonas donde se realizará la plantación. Generalmente se ubican en claros del bosque, donde se produce por períodos cortos (de 2 a 4 años cuando mucho) e intermitentes, ya que la producción debe coincidir con la temporada de lluvias. La infraestructura para su funcionamiento debe ser la mínima necesaria para eliminar otros impactos y que requiera de poca inversión. Sin embargo su desventaja puede radicar en que su inaccesibilidad lo hace difícil de vigilar y por lo tanto la producción está más expuesta a daños por animales, vandalismo entre otros.

En los siguientes apartados se harán una serie de sugerencias que son importantes para la elección del sitio de establecimiento, los requerimientos toman en cuenta tanto aspectos técnicos, como aquellos relacionados con características ambientales (bióticas y abióticas) y sociales.

#### **Criterios para el establecimiento.**

Se reconoce que la mala elección del sitio donde se establece el vivero repercute en una baja calidad de la producción de plántulas, lo cual finalmente se reflejará en una alta mortalidad en la plantación. Por ello, es fundamental la selección del sitio donde se establecerá el vivero. Aunque las condiciones del sitio son más determinantes cuando la producción se obtiene a raíz desnuda (por camas de crecimiento), también es importante considerar varios de los factores que a continuación se mencionan, cuando la propagación se hace por medio de envases (bolsas o tubos de polietileno). A continuación se presentan una serie de aspectos técnicos que se deben considerar.

### **Ubicación.**

Debe de estar asentado en zonas que dispongan de acceso, pues esto facilita en gran medida no sólo los trabajos que en él se desempeñan, sino que favorecen y agilizan el transporte de las plantas a los lugares de plantación.

### **Forma del terreno.**

El terreno del vivero no debe ser necesariamente cuadrado sino de preferencia rectangular. Si tiene pendiente, es recomendable que la parte más larga sea transversal a la dirección de la pendiente.

### **Topografía.**

El terreno que se elija para el establecimiento debe tener una pendiente ligera (idealmente de 0,5%), que asegure un buen drenaje sin que cause erosión, aunque esta última característica está relacionada con otras peculiaridades del suelo como son su textura y profundidad.

Considerando estos aspectos, se recomienda un sitio con pendiente ligera, cuando la textura del suelo sea de tipo arenosa, en tanto que para un suelo de textura fina la pendiente deberá ser suave (de 2% a 3% ). Esto se debe a que el incremento en la pendiente favorece la erosión de los suelos arenosos, pero mejora el drenaje superficial en los de textura fina (suelos pesados). Cuando se presenta el caso de un suelo profundo y arenoso pero con pendientes mayores al 10.5, el problema se resuelve nivelando el terreno (aquí el suelo producto de los cortes puede usarse para cubrir las hondonadas ) hasta obtener el patrón de pendiente deseado. No se recomienda esta práctica para suelos con textura fina, especialmente para aquellos que presentan distintas en sus horizontes.

### **Textura del suelo.**

De las características texturales del suelo, se derivan algunos problemas particulares de manejo en el vivero. Por ejemplo, cuando se realiza cultivo de plantas a raíz desnuda, suelos de textura gruesa (arenosos y migajón-arenoso), se trabajan rápidamente, facilitan la extracción de plántulas, además de promover el crecimiento vegetativo (debido a su rápido calentamiento). En cambio los de textura fina, por tener una baja permeabilidad requieren mayor empleo de tiempo antes de su cultivo, aunado a que una vez secos, es común la formación de costras y rajaduras que pueden ocasionar daños físicos en las plántulas al momento de extraerse. En caso de usar envases de crecimiento se pueden presentar los mismos problemas si son llenados con un suelo de estas características.

Por esto se sugiere que el establecimiento de viveros sean en sitios con suelos de textura arenosa a migajón-arenosa (siendo esta última la más deseable), con un máximo de 15% de arcilla o 15% de limo, profundidad de suelo al menos de 120 cm. sin diferencias texturales entre los dos primeros horizontes del suelo. En caso de utilizar envases de crecimiento la tierra con que se llene debe presentar

las características texturales señaladas.

### ***Drenaje.***

Un drenaje deficiente del terreno provoca encharcamiento que dificultan las labores y entorpecen la aireación del sitio donde crecerán las plantas, lo cual repercute en su establecimiento y desarrollo. Como ya se mencionó, el drenaje se encuentra en función de la textura y profundidad de suelo. Así tenemos que en los suelos de textura gruesa o media el drenaje varía de excesivo a muy bueno, en los de textura fina de muy bueno a malo o inconsistente. No obstante, en ocasiones el drenaje se ve afectado no sólo por la textura sino también, por la presencia de capas endurecidas en los primeros 75 cm de profundidad.

Aunque este problema se puede mejorar mediante subsoleos y establecimientos de cultivo protectores de sistema radical profundo, los costos se incrementan.

Por ello, para tener un drenaje eficiente que permita el contenido adecuado de humedad en el suelo se requiere de una profundidad del suelo de por lo menos 1,5 m. Un drenaje deficiente en los envases de crecimiento provoca los mismos efectos.

### ***Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego.***

Uno de los aspectos fundamentales que debe considerarse al planear el establecimiento es la disponibilidad de agua. Obviamente la cantidad requerida está en relación con el tamaño del vivero y el de la producción. Independientemente del tipo de cultivo que se emplee para producir las plántulas (raíz desnuda o envases), es evidente que los viveros necesitan un suministro de agua abundante y constante, ya que las plantas que se producen se encuentran en pleno desarrollo y un inadecuado abastecimiento puede provocar la muerte por marchitamiento o bien daños a las plántulas de los que difícilmente se recuperan. Es entonces sugerible que el asentamiento del vivero se haga en lugares que tengan fuentes de agua accesibles.

El agua se puede obtener de manantiales, ríos estanques o una combinación de éstos; asimismo es recomendable contar con fuentes de agua accesorias como pueden ser tanques o pozos al interior del vivero. Independientemente de obtener la cantidad de agua de riego necesaria, también debe de ser de buena calidad, pero lo que es importante determinar su calidad antes de establecer el vivero.

Como las características del agua de riego dependen de la fuente de origen, esto provoca que la concentración de sodio, calcio y magnesio varíen con respecto a su origen. Cuando el agua contiene como elementos principales al calcio y magnesio (agua dura) ayuda a crear en el suelo una buena estructura. En cambio, el agua que tiene gran cantidad de sodio y bajos contenidos de calcio y magnesio, provoca que la arcilla y la materia orgánica del suelo absorban rápidamente al sodio, lo que ocasiona una alta dispersión de éstos y por lo tanto promueve una estructura del suelo indeseable, ya que el suelo disperso se asienta debajo de la superficie formando una capa ( de 10 a 20 cm de grosor ) que puede impedir el paso de las raíces o del agua. También se ha encontrado

que altos contenidos de sodio en el agua de riego causan quemaduras en las hojas de algunas especies al ser absorbido por las plantas.

Otro aspecto que debe considerarse en la calidad de agua es la cantidad de sólidos en suspensión. Si el contenido de éstos es alto, puede provocar un aumento en los costos de mantenimiento del sistema de riego, pues la presencia en el agua de sedimentos, algas, semillas, etc. puede obstruirlo. Por otra parte, esta situación también incrementa los costos del manejo del suelo ya que el uso de agua con elevados contenidos de limo o coloides puede promover la compactación superficial del suelo reduciendo su permeabilidad al agua y la aireación. De manera general se puede decir que el agua de riego tiene calidad aceptable cuando contiene menos de 200 ppm (partes por millón) de sólidos en suspensión, lo que equivale a una conductividad eléctrica de aproximadamente 330 micro ohms/cm a 25°C, cuando el valor de la tasa de absorción de sodio es menor de 10 y el contenido de boro es menor a 0,5 ppm. Por todo esto es necesario hacer análisis químicos del agua de riego que permitan conocer las siguientes características: concentración total de sales de solubles; contenido de sodio con relación al calcio más magnesio; contenido de carbonatos y bicarbonatos; presencia de boro (Bo) u otros elementos químicos en cantidades tóxicas y el contenido total de sólidos en suspensión.

### ***Clima.***

Es muy importante conocer qué tipo de plantas se encuentran adaptadas a las condiciones climatológicas que rijan la zona. Asimismo, es necesario contar con los registros climáticos que indiquen las épocas de riesgo, como son, sequías y cantidad y distribución del período de lluvias. Estos pueden ser complementados (o bien en caso de no contar sustituidos) con la información climática que los habitantes de la zona tradicionalmente manejan. Con base en estos datos se puede hacer una planeación del momento adecuado para llevar a cabo las labores del vivero (siembra, trasplantes, podas, fumigaciones, etcétera).

### ***Tipo de suelo.***

Para la propagación de la planta en vivero, ya sea a través de camas de crecimiento (raíz desnuda), almácigos y/o envases individuales, es importante tomar en cuenta algunas características químicas del suelo como son de acidez o alcalinidad (pH) y su fertilidad.

El pH del suelo y su fertilidad varían considerablemente dependiendo de su origen (roca madre que le dio origen) y uso al que ha sido sometido (agrícola, forestal, etc.) Asimismo, las características del pH se encuentran muy relacionado con el contenido de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes necesarios para el buen desarrollo de las plantas, por esto, el rango de pH más recomendable es de neutro (pH=7) a ligeramente ácido (pH = 6,5) o ligeramente alcalino (pH = 7,5). Así una vez que se elija el terreno donde se establecerá el vivero o la mezcla de suelo con que los envases serán llenados, se tiene que realizar un examen completo y cuidadoso del perfil de suelo (del terreno del vivero o sitio de donde se obtendrá la tierra) para que las muestras de éste se sometan a los análisis físico-químicos de rutina en un laboratorio especializado (porcentaje de materia orgánica, textura, pH, sodio, potasio, calcio y magnesio, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de saturación de bases y

textura).

### ***Mano de obra.***

Debe considerar la disponibilidad de mano de obra con que cuenta la zona donde se pretende establecer el vivero. De no hacerlo se corre el riesgo de retraso o malogro de la producción del vivero. Por ello, es de gran ayuda contar con un calendario de actividades detalladas, que permita cuantificar las necesidades de mano de obra en el tiempo y cotejarlo con la disponibilidad de ésta en el área de trabajo. Mujeres y hombres son igualmente capaces de desempeñar las labores, pero las primeras son más cuidadosas para realizar la siembra de semillas, trasplantes, deshierbes llenados de envases. Además, la demanda de empleo de esta instalación puede encaminarse a brindar trabajo a grupos vulnerables.

### ***Construcción del vivero.***

Básicamente el vivero debe contar con las siguientes instalaciones: semilleros, áreas de envasado, platabandas, lotes de crecimiento, bodega y equipo de riego.

### ***Acondicionamiento y limpieza del terreno.***

Antes de llevar a cabo cualquier construcción o actividad en el terreno, es necesaria la remoción total de piedras y cubierta vegetal (herbácea y arbustivas), los árboles deben quedar de pie para dar sombra y para amortiguar impactos indeseables. Bajo lo posible el desmonte debe hacerse manualmente o con la ayuda de yuntas. La limpieza del terreno es una actividad muy importante ya que facilita las labores en el vivero, evita la competencia de la vegetación original del terreno con las plantas que se producen y facilita el control de insectos (hormigas, grillos, etcétera). Quedará prohibida la aplicación de herbicidas y la quema de biomasa por lo que ésta se empleara para formular compostas.

### ***Plagas y enfermedades.***

Antes de iniciar la producción de plántulas en el vivero, es necesario identificar las malezas, nemátodos, hongos, parásitos e insectos presentes en el área, con el propósito de elegir el método de control físico / mecánico y recomendado para el ambiente pretende establecer el vivero en terrenos que con anterioridad se dedicaron a la agricultura. Esto es debido a que siempre se encuentran asociados a los cultivos agrícolas semillas de malezas, nemátodos, hongos e insectos que puedan atacar a las plántulas enfermándolas y/o provocando su muerte, lo cual finalmente incrementa los costos de producción y disminuye su calidad. Por ello, el conocimiento del uso previo al que se sometió el suelo y su condición actual, son dos factores importantes de considerar al establecer el vivero, estos indicarán las necesidades de preparación del terreno para la siembra, sobre todo si la producción se obtendrá a través de camas de crecimiento. Este criterio no debe ser desechado cuando se prepare el medio de germinación y crecimiento para el caso de siembra en semilleros y envases de crecimiento.

Como una medida de prevención es recomendable conocer el uso al que fue sometido el terreno durante los últimos 5 años y la presencia de plagas o enfermedades. Cuando de manera inevitable se requiera una fumigación del sustrato antes de sembrar, con la finalidad de eliminar la mayoría de los hongos patógenos y malas hierbas presentes en el sitio. Solo se aceptara el uso de plaguicidas autorizados por el CICLOPLAFEST.

Evidentemente los problemas que se presentan en la preparación del medio del crecimiento dependen del uso previo que ha recibido el suelo. Por ejemplo, en suelos agrícolas los problemas por malas hierbas implican recurrentemente el uso de herbicidas y labores manuales de deshierbe, aparte de plagas y enfermedades asociadas a los cultivos. En el caso de suelos forestales, la limpieza, remoción de piedras y nivelación del terreno son muy costosas y requieren de mucho tiempo, sin embargo en contraparte, es claro que cuando el vivero se establece dentro de sitios sin perturbación humana hay menor incidencia de enfermedades y malas hierbas. Asimismo, la infección de las plántulas por micorrizas o bacteriorrizas se puede dar de forma natural y segura, dado que estos microorganismos a menudo son endémicos del suelo del.

Una vez limpio el terreno se inicia su nivelación. El movimiento de tierra puede ser en forma manual o mecánica, aunque es preferible hacerlo de modo manual. Cuando en la nivelación del terreno sea indispensable el uso de maquinaria pesada, ésta se realizará cuando el suelo esté seco con el fin de evitar problemas de compactación. Como ya se dijo, la pendiente del terreno está estrechamente relacionada con las características texturales y de drenaje del suelo (ver pendiente, textura y drenaje del terreno).

#### **Cercado de terreno.**

El objetivo de cercar la zona que compete al vivero es fundamental el proteger a las plantas tanto de animales que pueden dañarlas, como de las corrientes fuertes de aire (no necesariamente cualquier tipo de cerca cubre esto último).

El tipo de cerca que puede ser utilizada está en función del presupuesto y el material disponible en la zona de asentamiento. Con base en esto se sugiere los siguientes tipos de cerca.

#### **Enramadas.**

Se programa autorizar biomasa de los desmontes originados por el proyecto evitando cortes y podas de vegetación viva. La ventaja de ser económica en un corto plazo, aunque vista a futuro resulta de poca durabilidad y seguridad. Además como el material requiere ser constantemente renovado, lo que puede causar problemas.

#### **Cerca viva de especies con crecimiento arbustivo.**

El desmonte de terrenos para el inicio de las obras será una fuente importante de material vegetativo, ideal para la formación de cercos vivos, por lo que se debe hacer una selección previa de material.

Probablemente, estas cercas en un inicio resulten ser algo costosas en términos de inversión, tiempo y esfuerzo; sin embargo, a futuro son las idóneas, ya que su funcionamiento y seguridad será permanente. Por otra parte su mantenimiento sólo requerirá, ocasionalmente, el desrame sin ningún otro tipo de inversión. Es conveniente que este tipo de cercas acompañe a aquellas que no son de duración permanente, pues al desarrollarse las primeras, poco a poco irán sustituyendo a las cercas que necesitan ser constantemente renovadas.

### **Cortinas rompevientos.**

Este tipo de barreras se establece sembrando dos hileras de árboles plantados por el sistema de tresbolillo, utilizando especies de hojas perennes.

### **Alambradas.**

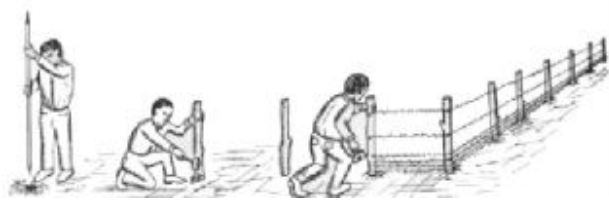
Las cercas de este tipo se construyen rodeando el terreno con alambre de púas por postes. Estos son enterrados en la periferia del terreno (mínimo 30 cm de profundidad) manteniendo constante la distancia elegida para ellos. Estos al ser enterrados deben quedar suficientemente firmes y cercanos (mínimo 1m máximo 3 m) para que resista la tensión que será ejercida sobre ellos al instalar y tensar el alambre de púas.

Los postes que se utilizan para este tipo de cerca pueden ser de diferentes materiales, tanto biológicos como no biológicos.

Los postes de material biológico se obtienen cortando ramas gruesas de árboles (10 a 15 cm de diámetro) que se encuentran mediante la aplicación de chapopote en la parte que va a ser enterrada. Para esta actividad se requiere que los postes aplanados de la base y descortezados en la parte que va a ser enterrada, se dejan secar alrededor de una semana al sol y posteriormente se les aplica el chapopote (derretido al fuego con petróleo) con una brocha dejándolos secar antes de ser enterrados.

Los árboles que se utilicen para formar la cerca deben ser de constitución dura y que almacenen poco agua, ya que de lo contrario los postes se pudren fácilmente, obligando a una sustitución más constante. Además este continuo requerimiento de postes puede causar un desequilibrio en la vegetación de la zona.

Se recomienda utilizar postes de especies de árboles que se propaguen por estaca. Este tipo de cercas presentan muchas ventajas, ya que se están produciendo propiamente árboles vivos, quedará una cerca permanente sin necesidad de una inversión económica a futuro. Una vez que los postes fueron colocados se inicia el tendido del alambre de púas, el cual se fijará en cada poste con grapas, estirándolo lo más posible. El número de hilos de alambre que se recomienda es mínimo de 7. Para evitar la entrada de animales pequeños al terreno, se sugiere que en los primeros 50 cm (del piso hacia arriba) la distancia entre cada hilo de alambre sea de 10 cm por arriba de los 50 cm, la distancia entre hilos se determinará de acuerdo a las necesidades (figura 5).



**Figura 5. Cercado de terreno: construcción de alambradas.**

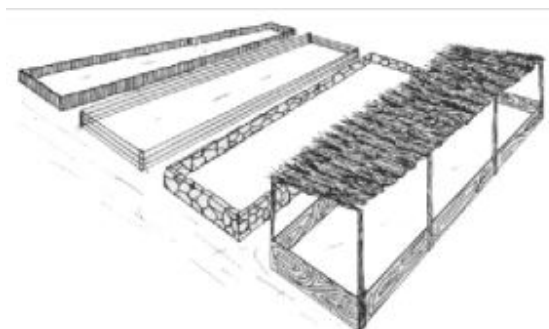
Las cercas no biológicas pueden utilizar postes de tubo galvanizado o concreto para sostener el alambre de púas o la malla ciclónica. Aunque muy durable, su desventaja radica en alto costo económico. Independientemente de los recursos económicos con que se cuente para el cercado, lo más recomendable es utilizar la combinación de cercas no biológicas con árboles o arbustos.

### **Construcción de platabandas.**

La función de las platabandas es la de dar el sostén a los envases que contienen las plántulas, protección del exceso de agua de lluvias e insolación; pues en las primeras etapas de crecimiento las plantas son muy susceptibles de sufrir daños por estos agentes. Asimismo, para proteger a las plantas de los vientos es recomendable que tanto las platabandas como los semilleros se ubiquen en el sentido de los mismos.

Para su construcción se requiere de horcones o postes, largueros, travesaños, estacas, alambre recocado, guarniciones de cemento, ladrillos y algún tipo de material que pueda formar un techo que asegure una sombra homogénea, por ejemplo carrizo, hojas de plátano, ramas de árboles etcétera. Esto dependerá del material que se encuentre disponible en la zona (figura 6).

El sombreado y dimensiones de estas estructuras varía dependiendo del tamaño del terreno, el tipo y número de plantas que se desea producir, sus requerimientos de luz y tiempo de estancia en el vivero; además, de la comodidad requerida para llevar a cabo labores eficientes. Los rangos sugeribles para las platabandas son: 12 a 15 m de largo; 1 a 1,20 m de ancho; y altura de 1,20 m a 1,80 m. según convenga.

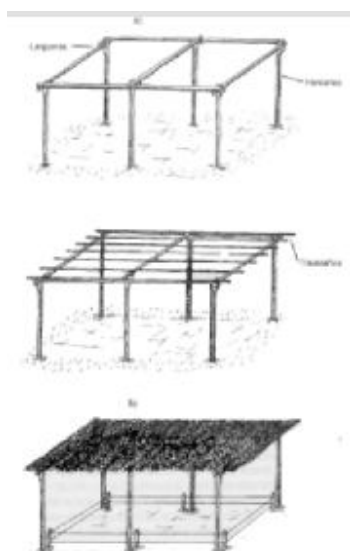


**Figura 6. Materiales usados en las platabandas.**



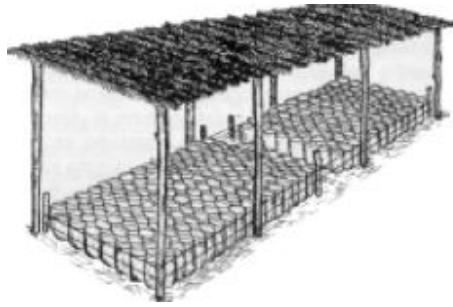
Los horcones, largueros, travesaños y estacas se obtienen de ramas de árboles de la región. Se sugiere poner chapopote en la base de los horcones antes de ser enterrados para aumentar su durabilidad, o bien utilizar horcones de especies que se reproduzcan por estaca, ya que estas podrán funcionar permanentemente requiriendo sólo dirigir su crecimiento. Los largueros y travesaños son ramas ligeras y delgadas de árboles que se colocan sobre los horcones y se amarran con alambre recocado para mantenerlos fijos. Una vez que se han fijado estas estructuras se coloca la sombra, de tal manera que se forme un techo uniforme. El sombreado posteriormente es fijado poniendo sobre él travesaños que se fijan a los largueros y horcones con alambre recocado (figura 7).

Con el objeto de contener las bolsas donde crecerán las plántulas al interior de la platabanda, se coloca un hilo de alambre recocado en todo el perímetro a una altura de 10cm. ( o más dependiendo de la altura del envase). Este alambre es sostenido por pequeñas estacas que van enterradas en el piso. Se recomienda que las estacas con el alambre se coloquen por lo menos 10 cm hacia dentro del perímetro de la platabanda, con la finalidad de asegurar la sombra a las plantas ( figura 6 y 7 )



**Figura 7. Proceso de la construcción de platabandas a) estructura b) sombra y barreras de contención para los envases.**

Es importante dejar pasillos entre las platabandas 1 m para facilitar y asegurar un riego homogéneo, además cada 5 ó 6 platabandas de deben dejar espacios de 4 ó 5 m para facilitar la entrada de vehículos que transporten las plantas (figura 8) .



**Figura 8. Plantabandas con envases.**

Si se cuenta con capital suficiente las plantabandas pueden ser construidas con materiales que tengan mayor duración. Por ejemplo, los horcones pueden ser sustituidos por tubo, los largueros y travesaños por varilla los contenedores de los envases por guarniciones de cemento de 8 cm de ancho por 10 cm alto, ladrillos enterrados verticalmente o madera de desecho y finalmente la sombra por pliego de polietileno (plástico) o malla de polietileno.

De todas las recomendaciones hechas, la última es la de mayor importancia, ya que la duración de la sombra vegetal es muy corta y necesariamente su sustitución debe hacerse constantemente; además produce mucha basura que cae sobre las plántulas, pudiendo afectar su desarrollo. Estas desventajas incrementan fuertemente los costos en términos energéticos, económicos y ecológicos, siendo más recomendable la malla de polietileno, cuya duración es mayor, además de presentar una mayor facilidad en su manejo.

Si las plantabandas van a ser de material biológico es recomendable que se construyan conforme se necesitan, esto evita desperdicio de material.

### **Tipos de riego.**

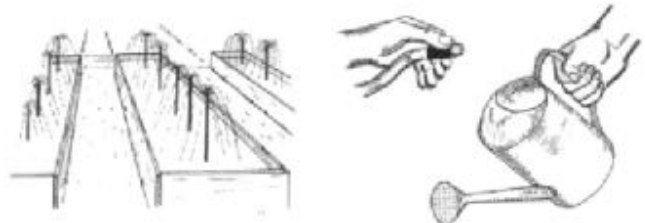
Una vez decidida la ubicación de las camas de crecimiento, semilleros (almácigos) y plantabandas, los sistemas de riego y caminos deben ser diseñados e instalados. En las prácticas para el cultivo de plantas en vivero el método más común es el riego por aspersión (puede ser fijo o móvil) o bien con mangueras y chiflón (móvil). Ambos pueden satisfacer adecuadamente las necesidades de agua por las plantas.

En el riego por aspersión es necesario poner especial atención en la longitud que debe tener (dependerá del tamaño y distancia de camas de crecimiento, almácigo plantabandas, etcétera), diámetro de la boquilla de la manguera, presión del aspersor, espaciamiento entre líneas de riego y posición y distancia entre aspersores; ya que estos elementos son los que permiten uniformizar la distribución del agua en el vivero.

Una vez que el sistema de riego fue instalado es necesario antes de hacerlo funcionar, asegurar que el tamaño de la gota sea adecuado. Esto se logra a través de la calibración de la boquilla a de la manguera y la presión del aspersor (en caso de usar chiflón también se puede regular) De no realizar esta operación se puede dañar las condiciones superficiales del suelo, lo cual puede afectar negativamente el proceso de germinación de las semillas. Para evitar estos

problemas se recomienda que en la etapa de germinación se use una boquilla con un diámetro menor al normal, que permita reducir el efecto de goteo.

En caso de no contar con ningún equipo o infraestructura de riego, éste se puede efectuar por medio de regaderas de cebolla manuales, cuidando que el agua no lleve sedimentos y que la caída de agua de la regadera sobre las plántulas no sea muy fuerte; además, se debe asegurar que la distribución del agua sea abundante y pareja para todas las plantas ( figura 9 )



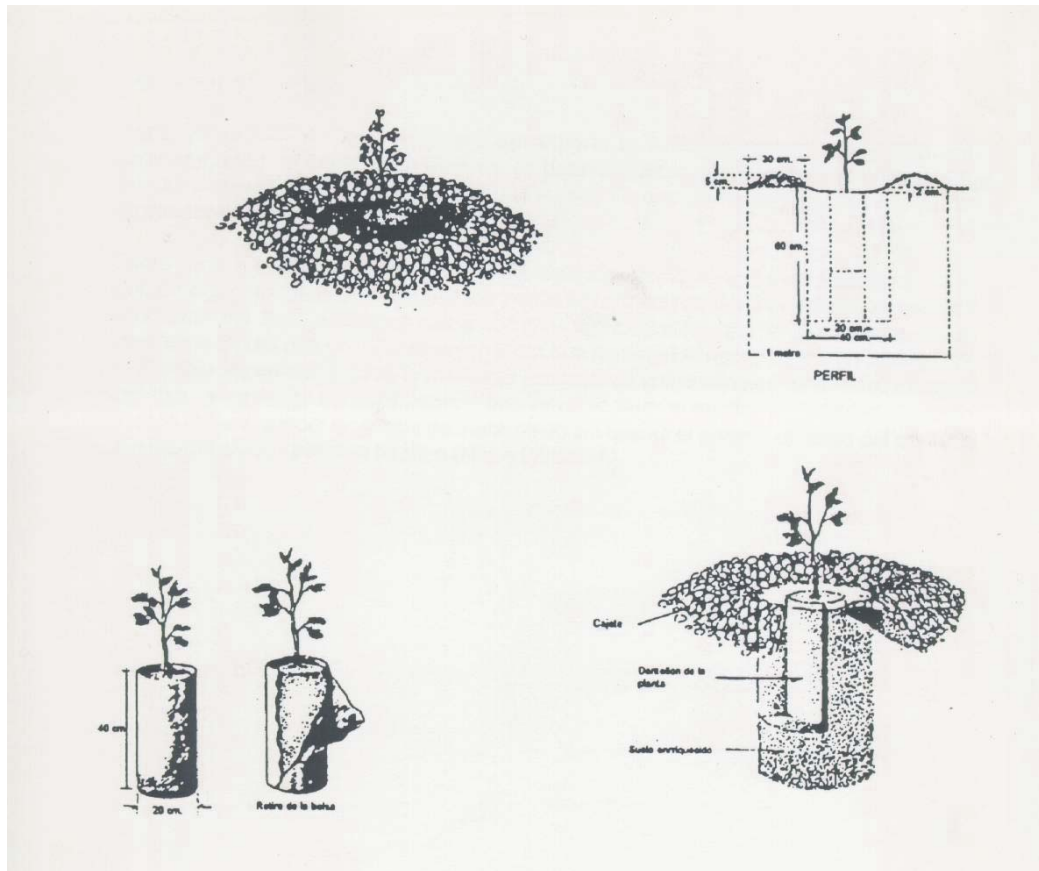
**Figura 9. Tipos de riego.**

### **Fertilización.**

Se recomienda incorporar a la cama de siembra y a las cepas abono orgánico (producto de la lombricultura o composteo). Además se debe utilizar parte del material de despalle que se retiró antes de la remoción del suelo, cuando menos tendrá que quedar una capa de suelo de 20 cm.

### **Reforestación.**

Para la plantación de las especies obtenidas en el vivero se realizará en el sitio donde se colocará la planta un hueco de 40 cm de profundidad y 40 cm de ancho el cual se denomina cepa, a la cual se le colocará en el fondo 10 cm de abonos orgánicos para facilitar y favorecer el desarrollo de la planta, se colocará la planta a la cual previamente se le ha retirado la bolsa que lo contenía, colocando el individuo al centro de la cepa procurando que el tallo quede poco hundido, se colocará la tierra producto de la excavación de la cepa compactando ésta ligeramente ( apisonándola ), por último se realizará un borde alrededor denominado cajete. ( ver diseño grafico figura 10)



**Figura 10. Diseño y tratamiento de la cepa.**

### **Bodega.**

Es importante contar con un almacén que permita guardar los insumos y herramienta necesarios para realizar las actividades del vivero. Asimismo, se deben considerar las posibilidades de almacenamiento de las semillas que van a ser usadas para obtener la producción de plántulas. Es claro que las necesidades que esto demanda implica no sólo un lugar para guardar fertilizantes, herramientas, bolsas, etcétera; sino también una infraestructura que permita la operatividad en el almacenamiento y reservación de la longevidad de las semillas. Por ello la bodega debe ser una construcción fresca, con buena orientación y principalmente sin problemas de humedad. Además, en su construcción no se debe olvidar que las semillas que se almacenen tienen que estar separadas de los materiales, por lo que debe haber compartimentos que permitan su aislamiento. Por otra parte, su ubicación al interior del terreno debe ser accesible de tal forma que se realice en forma eficiente el transporte de materiales y herramientas al lugar de trabajo.

Será necesaria para la construcción del vivero, bodega y depósito de agua una superficie de 160 m<sup>2</sup> para reproducir las plantas. Se recomienda que el sitio donde se construya esta obra sea pensado en su posible ampliación ya que de continuar con el proyecto de construcción de la Presa Hidroeléctrica se requerirá de una producción mayor de individuos tanto en número como especies.

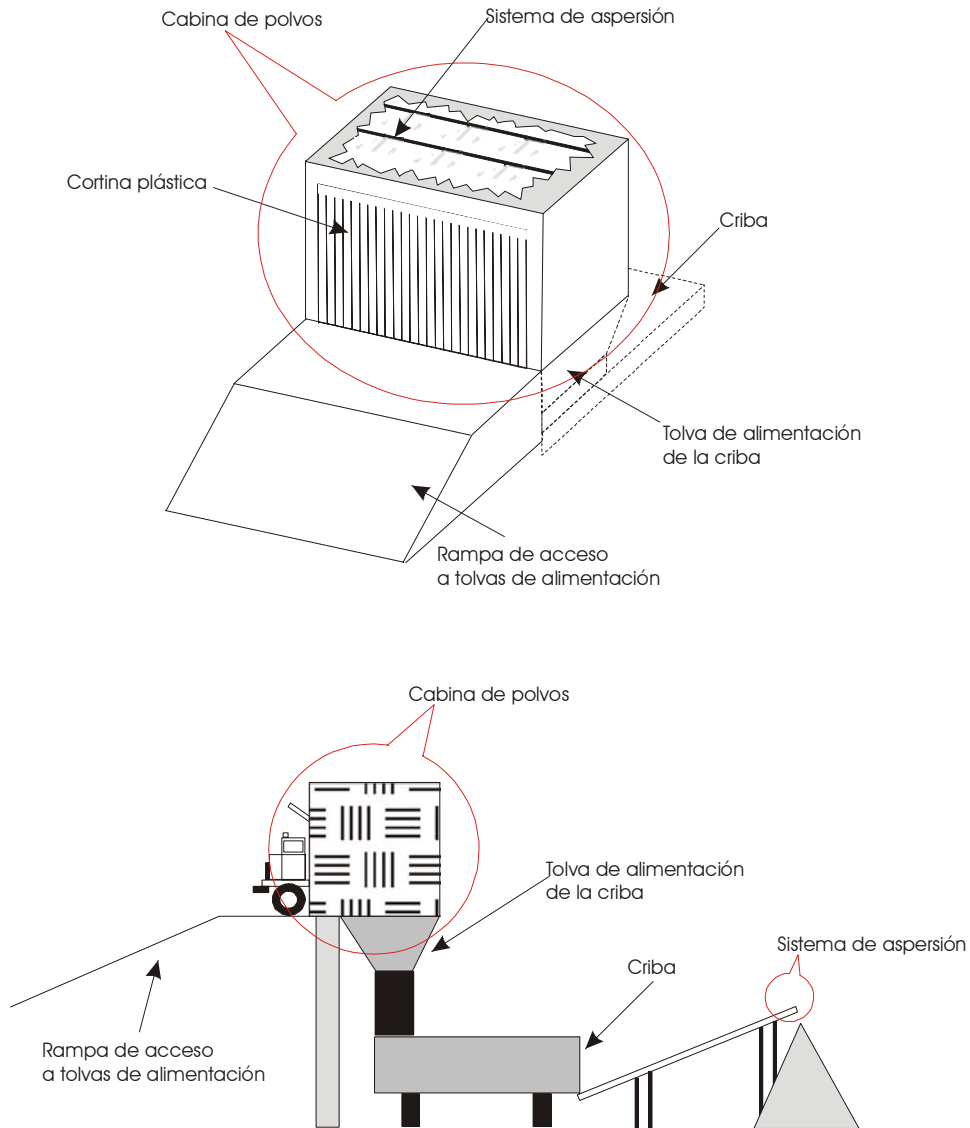
Por otra parte en el caso de ser posible la obtención de individuos de las especies mencionadas en viveros comerciales o propiedad de organizaciones oficiales como CONAFOR, SEMARNAT, SEMADES, INADES, SAGARPA, entre otras, éstas podrán ser adquiridas para darles crecimiento vegetativo o para plantación directa, siempre y cuando presenten buenas condiciones fitosanitarias y que se garantice técnicamente la supervivencia de los individuos en campo.

**Bodega de desechos peligrosos (Agroquímicos).**

El uso inevitable de agroquímicos autorizados generará desechos peligrosos, dichos materiales necesitarán de un pequeño almacén para su resguardo temporal. Posteriormente estarán disponibles para un correcto destino final, por lo que se podrá contratar servicio de empresas especializadas para su manejo.

### **VI.3.3.4 Proyecto para el establecimiento cabinas de polvos.**

La generación de polvos en los proyectos donde se realizará el movimiento de tierras se convierte en uno de los impactos mas notorios al generar emisiones a la atmósfera principalmente en los sitios donde los materiales geológicos son triturados o cribados, siendo el área donde mayor polvo se dispersa, las tolvas de alimentación y la salida de los transportadores. Por lo que como medida de mitigación se propone la colocación de una cabina de polvos sobre las tolvas de alimentación de acuerdo al siguiente diseño.



**Figura 11. Diseño de cabina de polvos.**

### **VI.3.3.5 PROYECTO DE OBRAS PARA CAMINOS.**

#### **Especificación de vado de mampostería y concreto.**

Características y condiciones generales:

El trabajo consiste en la construcción de un vado de mampostería y dentellón en ambos lados paralelos al camino. Existen dos tipos de vados: el de concreto para caminos primarios y de mampostería para caminos secundarios, con el fin de encausar los escurrimientos pluviales, detener la erosión y evitar daños al camino con el tránsito de vehículos.

Procedimiento.

Excavación del área de trabajo con un trascabo o retroexcavadora pequeña; para la construcción del vado de concreto la profundidad es 30 cm aproximadamente; si es de mampostería la profundidad será de 35 cm. En las partes laterales paralelas al camino y al borde del vado, se realizará una excavación en forma lineal de 25 cm de ancho y de profundidad de 30 cm con la finalidad de colocar el dentellón de concreto (una trabe de dimensiones 25 de ancho y 50 de altura), donde queda integrado al vado.

Al terminar la excavación se procede al afine del terreno, dándose una compactación por medio manual o con maquinaria, colocando posteriormente una plantilla de 5 cm con concreto pobre  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ .

Se habilita la cimbra para los dentellones a base de ladrillo block jalcreto, asentada con mortero arena de río proporción 1:5, quedando esta perdida, así se procede a la colocación del armado del dentellón.

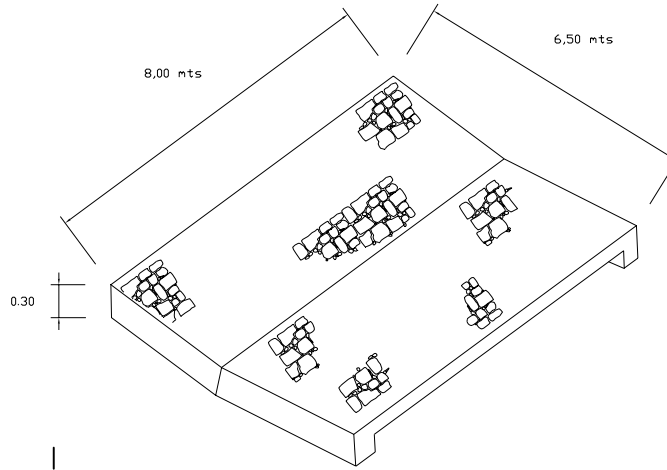
Para el vado de concreto se coloca una doble parrilla de varilla de 3/8" en cuadro, con separación de 20 cm, amarrada con alambre recocido, la parrilla inferior se coloca a 5 cm de altura de la plantilla; y el acero superior tendrá un recubrimiento de 7 cm abajo del nivel terminado del vado. Para el vado de mampostería se coloca la piedra braza ahogada en una cama de concreto, el concreto debe ser de resistencia de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , para ambos casos. El vado de concreto debe ser vibrado, con acabado escobillado tipo calle, el vado de mampostería deberá ser acabado a una cara en su superficie sin vibrado.

Es importante mencionar que los colados de concreto son en una pieza para evitar juntas frías, y así mismo recomendamos el uso de impermeabilizante integral al 1% del peso del cemento marca Sika, producto Sikalite o similar.

Análisis de precio unitario total de un vado de mampostería.

Construcción de vados de mampostería de 6,50 de largo por 8,00 m de ancho y con espesor de 30 cm asentado en concreto hidráulico de  $f'c=200 \text{ kg./cm}^2$ , incluye materiales, mano de obra, herramienta y equipo (Análisis por pieza). (Los precios totales por rubro / concepto en los anexos del capítulo VIII).

<b>Concepto</b>	<b>Importe Total</b>
Vado de Mampostería	\$ 24,054.82
Costo por m <sup>2</sup>	$24,054.82 / (8 * 6.50) = \$ 462.59 \text{ m}^2$



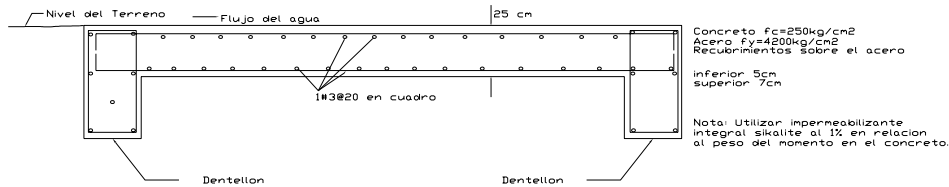
**Figura 12. Plano tipo vado de mampostería**

Análisis de precio unitario total de un vado de concreto para caminos primarios.

Construcción de vados de concreto de 6,50 de largo por 8,00 mt de ancho y con espesor de 30 cm, asentado en concreto hidráulico de  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , incluye materiales, mano de obra, herramienta y equipo (Análisis por pieza). (Los precios totales por rubro / concepto se encuentran en los anexos del capítulo VIII).

<b>Concepto</b>	<b>Importe Total</b>
Vado de Concreto	\$ 33,470.34
Costo por m <sup>2</sup>	$33,470.34 / (8 * 6.50) = \$ 643,66 \text{ m}^2$





**Figura 13. Plano tipo vado de concreto**

**Especificación de cuneta de concreto.**

Características y condiciones generales:

El trabajo consiste en la construcción de una cuneta de concreto simple de  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  con acabado escobillado y con espesor de 8,00 cm promedio y una sección transversal según el dibujo.

**Procedimiento**

Se realiza la excavación en forma manual de una profundidad de 30 cm por 1,60 de ancho para dar cabida al cuerpo de la cuneta.

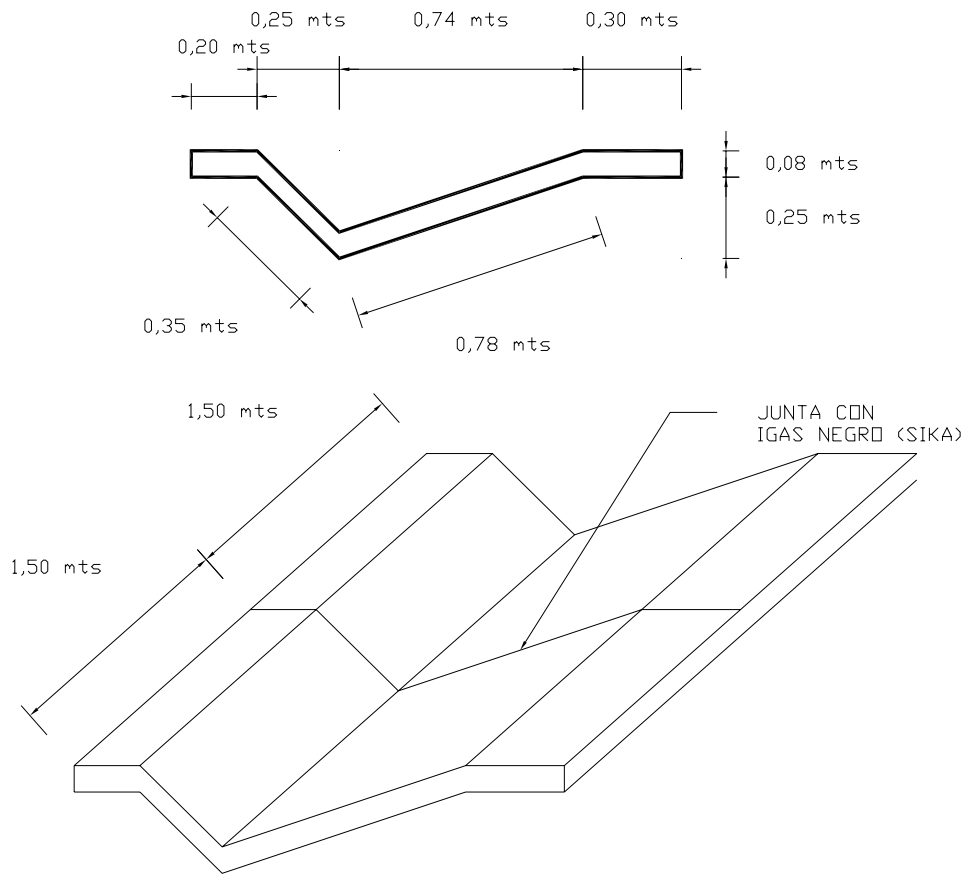
Al terminar la excavación se proceder al afine del terreno, dándose una compactación por medio manual o con maquinaria, colocando posteriormente una plantilla de 5 cm con concreto pobre  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  De acuerdo a al forma de la letra "V" para dar cabida a los escurrimientos pluviales.

Recolocan las cimbras laterales con duela de pino y se procede a colocar el concreto de pobre  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  el la misma forma "V" con un espesor de 8 cm. Promedio, con el acabado escobillado tipo calle, es importante mencionar que cada 1.50 ml de de colocar una junta de igas negro perpendicular al sentido del camino, como junta de dilatación del concreto.

**Análisis de precio unitario total de una cuneta de concreto**

Construcción de cuneta de concreto simple,  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ , incluye mano de obra, herramienta y equipo. (Los precios totales por rubro / concepto se encuentran en los anexos del capítulo VIII).

Concepto	Importe Total
Cuneta de Concreto	\$ 404.59



**Figura 14. Plano tipo cuneta de concreto.**

### **Especificación de elementos de una alcantarilla.**

Características y condiciones generales (cabezote de mampostería y colocación de tubo formet):

El trabajo consiste en la construcción de cabezotes de mampostería de piedra brazaunteada con mortero cemento arena de río proporción 1:5, el tipo de material por excavar para el desplante y construcción de los cabezotes será de acuerdo a sitio, las juntas entre las piedras serán de 1,50 cm, de espesor como máximo, durante la construcción se deberá comprobar la alineación y dimensiones de los cabezotes.

Procedimiento.

Consiste en el trazo y nivelación manual de área de trabajo, limpiando el área de trabajo. Se localiza la ubicación de los cabezotes de mampostería en la zona lateral del camino su área de desplantes 1,00x1,50 m y 30 cm de profundidad, se realiza la excavación del material.

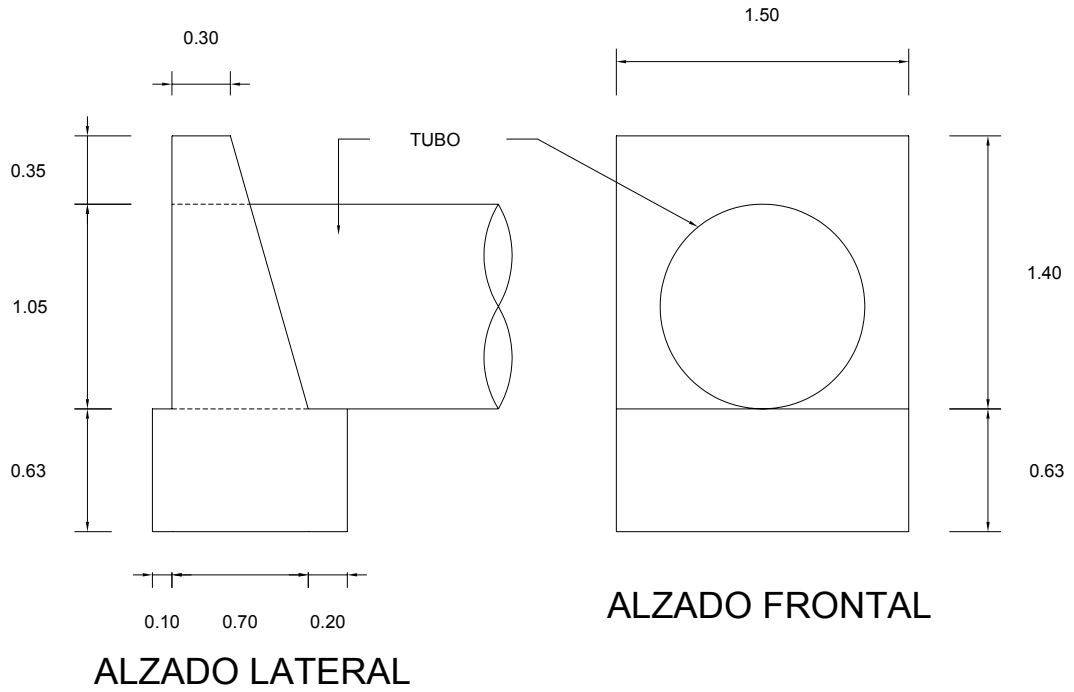
Al terminar la excavación se proceder al afinar del terreno, dándose una compactación por medio manual o con maquinaria, colocando posteriormente una plantilla de 5 centímetros (cm) con concreto pobre  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  e procede a realizar la base de del cabezote con piedra braza asentada con mortero arena de río proporción 1:3, al llegar a los 63, cm de altura, que es el diseñado para el nivel de tubo, en la longitud del tubo que cruza el camino se coloca un cama de grava de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, con una altura de 30 cm como cama para recibir el tubo, se coloca el tubo formet de 1,05 m, para recibirlo con el muro de piedra, de 1,40 a 1,50 de altura, perpendicular al a la dirección del tubo, con la función de encofrar el tubo.

Para tapar el tubo se coloca el material de corte de terreno, se compacta el material en capas de 20 cm (se le conoce como apostillado de tubo), hasta llegar al nivel de camino.

Análisis de precio unitario total de una alcantarilla.

Construcción de cabezotes de mampostería de 3ª, con piedra braza y mortero cemento arena de río 1:5, incluye mano de obra, herramienta y equipo. (Los precios totales por rubro / concepto se encuentran en los anexos del capítulo VIII).

<b>Concepto</b>	<b>Importe Total</b>
Alcantarilla	\$ 17,545.91



**Figura 15. Plano tipo de una alcantarilla.**

### **Especificación de lavadero de mampostería.**

Características y condiciones generales:

El trabajo consiste en la construcción de un lavadero de mampostería, la mampostería será de piedra braza ahogada en concreto simple de  $f_c=150 \text{ kg./cm}^2$ , el lavadero será de 1,50 de ancho con alerones de 40x40 cm y 20 cm de espesor, deberá color en el nivel de la plantilla de desplante a intervalos de 30 y 40 cm, rocas que sobresalgan 10 cm, aproximadamente que se le conoce como acabado pico y bola.

Procedimiento.

El lavadero se construye junto con el cabezote de salida, con el fin de que sea una sola estructura y no existan juntas de construcción.

Se identifica el área del lavadero mediante un trazo manual para establecer los límites del área de trabajo, de dimensiones de 2,00 m de largo (forma perpendicular a la boca del cabezote), por 1,50 m de ancho, con una profundidad de 20,00 cm.

Se realiza la excavación del área establecida, con una profundidad de 20,00 cm; se compacta el terreno natural por medios manuales.

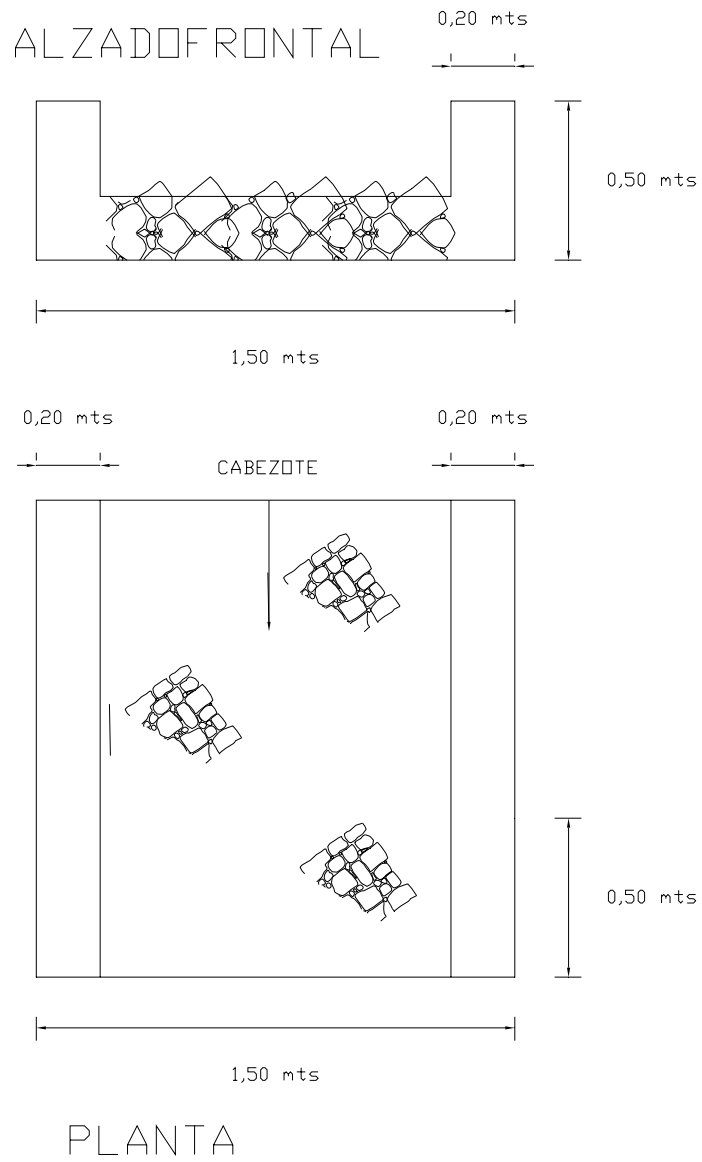
Se coloca la piedra braza dejando que piedras que aproximadamente 10,00 cm, de altura del nivel piso terminado en su parte superior, se vacía el concreto de  $f_c=200,00 \text{ kg/cm}^2$  (concreto ciclópeo), quedando una cara en limpio. (El nivel de piso terminado es el mismo de la salida del cabezote de mampostería).

Sobre esta base de lavadero en los laterales paralelo a la salida de se construyen muros de mampostería de piedra braza asentado con mortero arena de río proporción 1:3, con tres caras en limpio con dimensiones de 30 cm de altura del nivel de piso terminado y 20 cm de ancho, con la finalidad de encauzar los escurrimientos pluviales y evitar la erosión a la salida del cabezote.

Análisis de precio unitario total de un lavadero de mampostería.

Construcción de lavadero de mampostería de 3ª, acabado rustico a pico y bola con piedra braza, incluye mano de obra, herramienta y equipo. (Los precios totales por rubro / concepto se encuentran en los anexos del capítulo VIII).

<b>Concepto</b>	<b>Importe Total</b>
Lavadero de Mampostería	\$ 1,385.09
Costo por $\text{m}^2$	$1,385.09/(2*1.50) = \$ 461.94$



**Figura 16. Plano tipo lavadero de mampostería.**

### **Impactos residuales.**

Los impactos residuales que permanecerán una vez aplicadas las medidas de mitigación son:

*Obras civiles en caminos:* Estas obras también se quedarán una vez sean concluidos los trabajos de exploración, pero serán de beneficio para los pobladores de la zona y directamente los propietario de los predios donde se ubiquen estas obras sobre los caminos.

*Vivero:* En el caso de que esta obra se realice también se dejarán las instalaciones en el terreno que sea seleccionado para este fin, beneficiando al propietario del terreno, o podrá ser retirado en el caso de que por solicitud del propietario así lo requiera.

*Material geológico producto de obras de restauración de caminos y área de embalse:* Este será uno de los principales impactos residuales ya que no es posible reincorporar el material en los sitios originales por tal motivo se deberá tener sumo cuidado con la selección de los sitios de disposición final para que estos no se conviertan en un estorbo al tránsito vehicular o queden en riesgo de generar un deslizamiento de este material afectando áreas con vegetación propia de la zona.

#### **VI.4 MEDIDAS COMPLEMENTARIAS: ESPECIFICACIONES AMBIENTALES.**

##### **1 ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE INFRAESTRUCTURA.**

###### **1.1 Delimitación del área de ordenamiento.**

La delimitación del área de ordenamiento se hace con base en el conocimiento del terreno. Para ello se establecen los alcances y requerimientos de la obra, y se revisan los requerimientos de infraestructura, en función del tipo de construcción, procesos constructivos, personal, servicios y gobierno.

De manera paralela se revisa la información documental acerca de los rasgos físicos, bióticos y socioeconómicos del sitio del proyecto, a fin de establecer un marco general de trabajo. Uno de los aspectos más importantes de dicha revisión, es el relativo a la topografía de la zona, ya que ésta puede ser el factor que limite o condicione el uso del suelo; para su análisis es recomendable el uso de fotografía aérea reciente y de planos topográficos en escala 1:5000 o menor.

Como resultado de la revisión documental, se establecerán, de manera preliminar, las limitantes de la zona tales como pendientes fuertes, fuentes de abastecimiento de agua, barreras naturales, áreas de vegetación natural conservadas, centros de población o ceremoniales, entre otros; o bien, identificar áreas potenciales de utilización para el ordenamiento. Toda esta información se revisará con el detalle que las fuentes de información lo permitan y serán verificadas posteriormente en campo.

Una vez concluida la revisión documental, se propone una localización preliminar de las áreas de ordenamiento, clasificadas éstas por grandes rubros, tales como Obras civil casa de maquinas (18 ha), Superficie de embalse (33 ha), Obra Civil Cortina (22 ha) y una superficie afectada por habilitación de caminos nuevos de (60.53 ha), siendo una superficie total del proyecto del PH Santa Clara de 133.53 ha.

Posteriormente se realizan recorridos de campo a fin de verificar la información documental. Los recorridos se realizarán de manera exhaustiva, tratando de revisar con el mayor detalle posible los aspectos relativos a los rasgos biológicos, tipos de vegetación, estado de conservación, uso actual y potencial, vocación del suelo, registros de fauna, población asentada o cercana al área de ordenamiento, infraestructura, fuentes de abastecimiento de agua potable y/o servicios, de tal forma que éstos resulten menos dispersos.

###### **1.2 Estimación de tendencias de poblamiento temporal y definitiva.**

Se refiere a la determinación de la población que se asentará en el área de ordenamiento y a partir de la cual se realizarán las estimaciones de dotación de agua, generación de residuos, superficies necesarias para oficinas, recreación, gobierno, etc. La estimación se realiza con apoyo en las áreas técnicas responsables de la elaboración y seguimiento de los programas de trabajo y de utilización de personal. En función de ellos, se planeará, además de las superficies utilizables, el tiempo en que se deberá contar con determinada



infraestructura para servir a la población esperada.

### **1.3 Aptitud territorial.**

La aptitud territorial se define como la posibilidad que tiene un área de ser aprovechada para ubicar la infraestructura requerida para desarrollar el proyecto.

Entre los aspectos prioritarios que deben considerarse están la topografía y los otros factores restrictibles o permisibles.

*Topografía:* Se requiere establecer, del total de la superficie del ordenamiento, aquellas áreas que cuentan con aptitudes para la construcción del equipamiento. Se sugiere diferenciar rangos de pendientes de la siguiente manera: de 0 a 15%, las cuales se considera podrán soportar cualquier tipo de uso; el segundo rango, de 16 a 35% de pendiente, las cuales se considerarán como zonas con uso condicionado. Las superficies con pendientes superiores al 35 %, se considerarán como no aptas para su utilización, a menos que por condiciones del sitio en particular, no se disponga de áreas que caigan dentro de los dos primeros rangos.

Las superficies identificadas se cuantifican y señalan en la topografía 1:5000 en que se trabaja el ordenamiento.

*Factores permisibles y restrictivos:* Se refiere a elementos que de acuerdo a criterios técnicos, ambientales, reglamentarios y de diseño, limiten el uso de ciertas áreas. Se consideran en este rubro las zonas federales, que serán básicamente las relativas al escurrimiento principal y sus afluentes, su determinación se realizará por el procedimiento que marca la Ley de Aguas Nacionales; su uso será exclusivamente para la extracción de materiales y construcción de cierta infraestructura de la obra, como trituradoras, almacén temporal de agregados y almacén temporal de desperdicios industriales. Área del embalse, se refiere a la superficie de inundación al nivel de aguas máximo extraordinario; su utilización será altamente restringida para ocupaciones de tipo permanente y estará condicionada para uso temporal, siempre y cuando no interfiera con los trabajos y estructuras del proyecto.

La parte utilizada deberá ser planeada de manera que se establezca el manejo y disposición final que tendrán los residuos que en ella se generen y los equipos y materiales que se empleen en la misma. Podrá tener un uso compatible con la extracción de materiales y aprovechamiento de los recursos.

### **1.4 Definición de políticas territoriales.**

Una vez reconocido el sitio, determinado las condicionantes de uso y la vocación del suelo, se establecen las políticas territoriales, las cuales normarán los destinos que finalmente tengan las áreas seleccionadas dentro del área de ordenamiento, su forma de utilización y alcances de las mismas. Las políticas serán tantas como las características del sitio lo amerite; cada una deberá ser

consensuada y prevista desde un enfoque multidisciplinario, que contenga las observaciones técnicas, ambientales, sociales y otras que se considere tenga relación con el desarrollo de la actividad.

Las políticas de protección, conservación, aprovechamiento y restauración, deben en todos los casos, ser consideradas, además de las que se identifiquen para cada caso en particular. De manera general, estas políticas tendrán los siguientes preceptos, mismos que serán validados, actualizados y/o adecuados a cada obra en particular.

*Protección y conservación:* Tienen como objetivo principal el preservar el ambiente natural con características sobresalientes.

*Aprovechamiento:* Está dirigida a las áreas que presenten condiciones para el establecimiento de la infraestructura del proyecto

*Restauración:* Se refiere a la necesidad de asignar acciones, programas y recursos para el restablecimiento y recuperación de áreas o recursos alterados por actividades relacionadas con la construcción del proyecto, o bien, que compensen los efectos de éste sobre el medio ambiente.

## **1.5 Estrategia de ordenamiento territorial.**

Una vez que se ha establecido el marco general para la utilización de las superficies involucradas en el ordenamiento, se establecerán, de manera particular, las condiciones que se deberán cumplir en cuanto a criterios para la localización de las áreas, así como lineamientos y criterios de regulación y preservación ecológica. Las consideraciones que se deberán tener en cada caso son las que se señalan en las actividades 2.5.1 a 2.5.5.

### **1.5.1 Criterios generales para la localización de las áreas.**

Como estrategia de ordenamiento, se deben considerar al menos, los siguientes dos criterios generales para la localización de las áreas:

**Cota máxima para asentamientos humanos.** Se refiere a establecer un límite altitudinal de crecimiento o aprovechamiento del terreno; la cota estará en función de las posibilidades o restricciones que represente la dotación de servicios, accesibilidad y topografía.

**Áreas ocupadas por las estructuras principales.** Se refiere a las superficies donde se alojarán las obras principales del proyecto, ya sea durante su construcción como para la operación. Su uso será únicamente el industrial.

### **1.5.2 Lineamientos y criterios de regulación ecológica.**

Los lineamientos y criterios de regulación ecológica son recomendaciones de carácter normativo, dirigidos a los sectores involucrados en el área de ordenamiento. Su objetivo es inducir un aprovechamiento racional sostenido de los recursos naturales, empleando tecnologías limpias y no degradantes. Pueden

ser, además, indicaciones restrictivas en cuanto a prácticas inadecuadas de manejo de recursos, o bien disposiciones legales de reglamentación sobre la materia.

Dichos lineamientos y criterios son establecidos de manera particular para cada una de las áreas seleccionadas, en función de las políticas territoriales y del uso propuesto definidos para el sitio. Estos criterios van en relación al control de los residuos, la delimitación de áreas donde la tala o retiro de vegetación sea controlada, la reforestación o áreas verdes, el control de la cacería, el establecimiento de medidas para el manejo y conservación de suelos, el manejo de especies de flora y fauna, entre otros

Una vez establecidos los criterios y lineamientos de regulación ecológica, se procederá a relacionar, para cada sitio en particular del área de ordenamiento, la siguiente información: ubicación, superficie, uso actual, uso propuesto, políticas y lineamientos y criterios de regulación ecológica. Esta información podrá ser concentrada en un cuadro, donde las columnas sean cada uno de los conceptos señalados y los renglones cada una de las zonas seleccionadas en el ordenamiento.

### **1.5.3 Preservación ecológica.**

Un aspecto relevante en la elaboración del ordenamiento, es el establecimiento de zonas que se predeterminen como áreas donde, dadas sus características ambientales quede restringido su acceso. Los criterios que se deben seguir para el establecimiento de las mismas son: la existencia de especies de flora y fauna catalogadas en algún estatus; la localización de sistemas naturales frágiles o en peligro de desaparecer por presiones antropogénicas; la presencia de ecosistemas que se consideren únicos o que signifiquen una representación importante del medio que será alterado; áreas donde se considere que existen elementos que los hacen valiosos en cuanto a los aspectos de carácter científico, estético, paisajístico o histórico; si se requiere instrumentar programas de conservación de suelos y agua para proteger cuencas hidrológicas, hábitats silvestres o centros de población.

### **1.5.4 Definición de usos e intensidad del suelo.**

Como resultado del análisis de los medios natural y socioeconómico, de establecer con precisión la aptitud territorial, de definir la tendencia de crecimiento de la población dentro del proyecto y de reconocer los requerimientos propios para la ejecución de las obras del proyecto, se determinan los usos, destinos y reservas del suelo. Esta definición, a condición de ser adecuada para cada proyecto y condiciones del sitio en particular, se sugiere que incluya los siguientes rubros:

- Uso habitacional: densidades alta ( $\geq 250$  hab/ha): personal obrero, supervisión y contratista; media (100 a 250 hab/ha): personal técnico, supervisión y contratista; y baja ( $\leq 100$  hab/ha): ejecutivos, supervisión y contratista. Considerar aquellas de tipo permanente si fuese el caso.
- Servicios y comercios: Comedores para la supervisión y los contratistas, de tipo general y para ejecutivos; casa de visitas, centro comercial, comercios al

- detalle, lavanderías. Considerar aquellas de tipo permanente si fuese el caso.
- Recreación: unidad deportiva, zonas de convivencia y actos cívicos, centro cultural y entretenimiento, zona ecológica recreativa. Considerar aquellas de tipo permanente si fuese el caso.
  - Administración y gobierno: oficinas técnicas y administrativas de supervisión y contratistas; oficina sindical; oficinas permanentes para operación de la central; destacamento militar; clínica-hospital; centrales de bomberos, correos, telégrafos y teléfonos; retén, helipuerto.
  - Industrial y de extracción: plantas dosificadoras, trituradoras, talleres en general, almacenes, bancos de almacenamiento, desperdicio, carpintería, entre otros.
  - Usos especiales: áreas ocupadas por las estructuras principales, subestación eléctrica, polvorín, gasolinera, almacén temporal de materiales y residuos peligrosos.
  - Cada una de las superficies identificadas, su uso e intensidad, debe ser relacionada, codificada y representada en la cartografía 1:5000 donde se elabora el ordenamiento territorial.
  - La información generada debe incluir como complemento lo relativo a la localización de las fuentes de abastecimiento de agua potable y de servicios y los sistemas de manejo y disposición de los residuos. Esta información será también señalada en los planos 1:5000 donde se elabora el ordenamiento.

### **1.5.5 Instrumentación y control.**

El ordenamiento territorial de la infraestructura, debe ser sometido a la consideración y aprobación de las áreas involucradas, incluyendo las de operación de la futura central y las coordinadas por la Residencia General de Construcción; como resultado de la aprobación se tendrá un instrumento de planeación de la ejecución de la obra hidroeléctrica.

El ordenamiento territorial será de observancia obligatoria para la supervisión, contratistas y subcontratistas; cualquiera de las partes que durante la ejecución del proyecto requiera de alguna modificación en las áreas asignadas, sea en superficie, localización, intensidad, uso, o el empleo de áreas no consideradas en el ordenamiento, deberá solicitarlo a la Residencia General de Construcción, quien en coordinación con las áreas técnicas, administrativas, ambientales y/o sociales involucradas, tomará la decisión que se considere más adecuada para el desarrollo de la construcción, considerando, en su caso, las gestiones legales que implicarán dichas modificaciones.

## **2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN FRENTES DE OBRA.**

### **2.1 Objetivos.**

- Garantizar el abasto del servicio de agua potable para la población que trabajará en la construcción del proyecto, así como satisfacer los requerimientos de agua para las actividades de construcción.
- Determinar las características de la calidad del agua del río y determinar las medidas y controles que deben establecerse para satisfacer la calidad

requerida para consumo humano y las diferentes acciones del proyecto.

- Diseñar el sistema para la toma, almacenamiento y distribución del agua necesaria para campamentos, oficinas, talleres, edificios de gobierno, etc.

## **2.2 Proceso.**

Se determinará la demanda de agua para las diferentes acciones del proyecto y la calidad de agua requerida para cada una de ellas, así como la calidad de agua del río.

Con la propuesta de organización espacial de la infraestructura se establecen las políticas de utilización de los recursos acuáticos a fin de hacer compatible las necesidades de utilización del agua con la disponibilidad y las características del agua del río. Las políticas, deben considerar el aprovechamiento racional y la conservación del agua así como el establecimiento de las medidas de protección del recurso

Con base en la información de la infraestructura del proyecto, la ocupación de las áreas, la población que se espera durante la construcción y las actividades o procesos en los que interviene la utilización de agua, se establecen los consumos que se tendrán en las diferentes actividades relacionadas con la obra, considerando al menos los siguientes usos:

- Consumo humano. consumo directo y proceso de alimentos, etc.
- Servicios. Baños y sanitarios, lavanderías, riego de áreas verdes, etc.
- Industrial. Servicios de lavado de maquinaria, proceso de agregados, proceso de concretos, etc.

## **2.3 Determinación de la calidad del agua.**

Se realizará una caracterización de la calidad del agua del río considerando los parámetros que establezca la normatividad y/o los requisitos de calidad necesarios para el proceso al que se destinará.

El agua para consumo humano debe cumplir con los criterios y requisitos señalados en las normas oficiales mexicanas; en el caso de los usos de servicios y/o industriales debe considerarse, además, de los ordenamientos legales, aquellos requisitos que demande su utilización; por ejemplo, la calidad del agua requerida para el lavado de los materiales durante la trituración puede ser diferente a la requerida para la elaboración de mezclas de concreto.

## **2.4 Determinación de los tratamientos previos a su uso.**

Una vez obtenidos los resultados de las determinaciones de la calidad del agua, éstos son correlacionados con aquellos que la normatividad o proceso determinen. Con esta información, cuando sea necesario, se definen los tratamientos específicos para cumplir con los requisitos de calidad. Así por ejemplo, en el caso del agua potable, se pueden establecer mecanismos o sistemas de purificación y/o cloración, para eliminación de patógenos o coliformes.

En el caso de agua de servicios o industrial, se determinan los tratamientos para eliminación de sólidos por ejemplo, color, olor, dureza o cualquiera de los parámetros que estén fuera del rango requerido por el proceso.

Es recomendable que los sistemas de tratamientos que se indiquen en cada caso, se elijan bajo una relación costo/beneficio congruente con la calidad requerida, especialmente para los usos destinados a servicios o industrial; para este tipo, se debe evaluar la posibilidad de modificar alguna fuente de abastecimiento.

En particular, para el uso de consumo humano, la selección de tratamientos debe ser estricta, incluyendo entre el análisis de alternativas, la instalación de plantas de tratamiento móviles o desmontables, que pueden ser retiradas del sitio luego del uso, pero que tengan la capacidad de tratamiento del agua, para el fin que se persigue. De no encontrarse fuentes adecuadas para este uso, el agua debe ser suministrada desde el exterior mediante la contratación de empresas debidamente registradas o por el mismo Contratista, quien en su caso, debe obtener los permisos, concesiones o autorizaciones que le sean requeridas por las autoridades municipales, estatales y/o federales. En esta situación debe cumplir con los requerimientos legales en la materia en relación con el aprovechamiento y transporte.

## **2.5 Programa de monitoreo de la calidad del agua.**

Con la finalidad de mantener la calidad del agua requerida para cada uno de los usos, se establece un programa de monitoreo que considere la frecuencia, tipo y métodos de determinación de los parámetros a ser controlados. Cuando el agua requiera de tratamientos previos a su utilización, en el programa de monitoreo se debe considerar que es necesario contar y conocer los parámetros físico-químicos, previo a su entrada al sistema de tratamiento, con la finalidad de eficientizar su operación previamente a su conducción a los sistemas de almacenamiento y/o distribución, particularmente la destinada al consumo humano y a los servicios.

Los programas de monitoreo pueden ser establecidos en diferentes niveles y como efecto, en diferente frecuencia. El monitoreo y tratamiento del agua para consumo humano debe ser permanente (diario, horario, etc.).

## **2.6 Registros de análisis físico - químicos y aplicación de tratamiento.**

La toma de muestras, determinación de parámetros y aplicación, en su caso, de tratamientos para cumplir con las condiciones de calidad del agua que cada uso requiere, se debe llevar de manera ordenada, siguiendo técnicas adecuadas.

El Contratista debe llevar una bitácora para el seguimiento del programa de monitoreo de la calidad del agua, registro de los análisis físico - químicos y aplicación de tratamientos.

### **3 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Para el manejo de los residuos municipales, se colocarán contenedores en áreas estratégicas de los diferentes frentes de trabajo, los cuales deben ser colectados periódicamente para conducirlos al relleno sanitario o al sitio de disposición que indiquen o autoricen las autoridades municipales. Todos los residuos susceptibles de ser reciclados serán seleccionados para su envío a los centros de acopio y para su reutilización.

La recolección de los desechos sólidos se realizará en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin. Se llevará un seguimiento para que la recolección se realice diariamente en todos los frentes de trabajo y para que no exista mezcla de residuos peligrosos y no peligrosos.

Asimismo, se promoverán acciones de educación ambiental a fin de promover la separación de residuos y en su caso, la reutilización de los mismos.

Los desechos industriales no peligrosos tales como escombros, madera, chatarra, etc., serán confinados en los bancos de desperdicio habilitados para la disposición de los materiales producto de excavaciones y cuya calidad no resulta adecuada para su colocación en la obra de contención o cuyo volumen no es manejable. Es necesario aclarar que por la experiencia que se ha tendido en proyectos anteriores gran parte de la chatarra será reciclada, para lo cual se pondrá a disposición de las empresas del ramo.

En el caso del material producto de la excavación y que no sea utilizado en algún frente de trabajo, se tienen identificados sitios para su disposición.

Para un mejor manejo de los residuos producidos durante la construcción de la obra, se identificarán los centros generadores y se agruparán, según el tipo de residuos generados, en dos clases:

- **Industriales:** aquellos residuos generados dentro de los talleres y almacenes del proyecto, pero que no se encuentren clasificados como peligrosos.
- **Domésticos:** aquellos residuos generados dentro de las oficinas y campamentos. En cada centro generador, los residuos que pueden ser reciclados como envases, papel, cartón, metales, entre otros.

El Contratista es el responsable de que tanto los trabajadores como las visitas que entren a las instalaciones se apeguen al programa de manejo de residuos municipales depositando los residuos en los contenedores y se mantengan limpias las instalaciones, para lo cual es necesaria la continua vigilancia dentro de la obra.

Es importante señalar, que en el sitio del proyecto se considerará la instalación de un Centro de Acopio de Reciclables con almacenamiento temporal, la instalación de un Relleno Sanitario y la instalación de una Planta Generadora de Composta.

#### **4 MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.**

Realizar las acciones necesarias para el manejo y el tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, de tal forma que las descargas cumplan con la legislación ambiental vigente en la materia y de forma particular con las condiciones impuestas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en los permisos de descarga.

##### **4.1 Identificación de centros generadores.**

Con base en la información de la infraestructura del proyecto, la ocupación de las áreas de ordenamiento, la población que se espera durante la construcción y las actividades o procesos en los que interviene la utilización de agua, se identifican los centros generadores de aguas residuales y se clasifican de acuerdo a su uso:

- *Industrial:* incluye talleres, plantas dosificadoras y plantas trituradoras, entre otras, pero que no contengan en ningún caso, residuos que pueden ser clasificados como peligrosos;
- *Domésticas:* incluye campamentos, comedores, sanitarios, regaderas, lavaderos, lavanderías, así como oficinas de Supervisión, oficinas de plantas y talleres, instalaciones del Contratista, de gobierno, etc.
- *Pluviales:* las provenientes de las precipitaciones las cuales son captadas y descargadas mediante sistemas independientes a los anteriores.

##### **4.2 Cuantificación y caracterización de las descargas.**

Como base para calcular el volumen de las descargas, el gasto se estima en función de la población que haga uso de las mismas, el número de muebles de servicio con que cuenten, o ambas, según convenga. En caso de considerar la población, la dotación de agua por persona se debe estimar con base en información que se disponga, no se deben considerar dotaciones inferiores a 160 litros/persona/día.

##### **4.3 Sistemas de tratamiento y localización.**

Con base en la información anterior se proponen los sistemas de tratamiento para las descargas de aguas residuales tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la medida de lo posible, construir el menor número de plantas de tratamiento, proyectando colectores que concentren las descargas a un punto o puntos determinados.
- Los colectores, no deben mezclar aguas residuales de las instalaciones industriales con las domésticas o pluviales. Estos colectores, son individuales para cada tipo de servicio.



- Los colectores provenientes de clínicas, plantas de trituración, mezclado de asfaltos, dosificadora de concreto, patios de servicio de mantenimiento de maquinaria y equipo, estación de combustible y área de trabajo de los talleres, deben contar con pisos de concreto hidráulico, colectores perimetrales de los escurrimientos sobre la base de rejillas tipo Irving y un sistema de tratamiento primario (trampas de grasas, pozas decantadoras, etc.) previo a su descarga al colector general o contar de forma independiente con un sistema de tratamiento particular.
- El sistema de tratamiento debe ser eficiente para el tratamiento de las aguas residuales de las características que se determinaron.
- 
- Las condiciones físico-químicas de la descarga, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas vigentes para cada caso específico.

#### **4.4 Permiso de la descarga de agua residual.**

El registro de la descarga se realiza ante la CNA, el permiso se obtiene para cada una de las descargas que se tengan.

#### **4.5 Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.**

En su caso, los muestreos se realizan conforme lo estipule el permiso otorgado por la CNA, tanto en lo relativo a la frecuencia, como a los parámetros y formas de muestreo que la autorización señale.

### **5 MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

#### **5.1 Medidas generales.**

Los residuos peligrosos serán tratados conforme a la normatividad vigente, almacenados de manera temporal dentro de la zona adecuada para el efecto y transportados por empresas autorizadas a los sitios de disposición final. Se conservarán las evidencias de los movimientos que estos residuos tengan dentro de la obra y hasta su disposición final.

#### **5.2 Gestiones.**

El manejo de residuos peligrosos, requiere de un Registro como generador de dichos residuos, este se tramita ante SEMARNAT, llenando el formato que la dependencia tiene elaborado y pagando los derechos correspondientes.

Las empresas prestadoras de servicios de recolección y disposición de residuos peligrosos, deben tener vigentes sus registros y autorizaciones correspondientes.

Se informará semestralmente a la SEMARNAT del movimiento de residuos

peligrosos, Para tal efecto se contará con la bitácora mensual de generación, la copia de los manifiestos de generación, traslado y confinamiento de los residuos peligrosos.

El personal que manejará los residuos peligrosos tendrá la capacitación necesaria para ello. Para el manejo de los residuos peligrosos se utilizarán los tipos de envase o contenedor adecuado para cada tipo de residuo, tanto para su almacenamiento como transporte.

Cada ocasión que se retiren residuos de las instalaciones, se elaborará el manifiesto de entrega - recepción; en este manifiesto se señalan los tipos de residuos, volúmenes y la disposición final que dará la empresa confinadora.

### **5.3 Identificación de los residuos peligrosos.**

La identificación se basa fundamentalmente en determinar si el residuo de que se trate se encuentra listado en alguna de las cuatro tablas que forman parte de la NOM-052-SEMARNAT-1993.

Si el residuo no se encuentra relacionado en la norma referida, y se tienen dudas acerca de su potencial peligrosidad, se deben determinar las características de corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad al ambiente (T), inflamabilidad (I) y biológico infecciosas (B), atributos que en conjunto se les denomina características CRETIB. La determinación de las características CRETIB, se realiza conforme lo señala el inciso 5, clasificación de la designación de los residuos, de la norma oficial mexicana referida. Esta determinación se basa fundamentalmente en el análisis de algunas propiedades de los residuos.

### **5.4 Estimación de la cantidad de residuos peligrosos a manejar.**

Una vez identificados los residuos peligrosos, se procede a la estimación del volumen que se pretende manejar en el proyecto por unidad de tiempo. Esta información es concentrada y se determina un esquema de la generación de residuos peligrosos, el cual es la base para la determinación de las operaciones necesarias para el almacenamiento temporal de los mismos, equipo e instalaciones requeridas y necesidades de contratación de mano de obra y servicios.

### **5.5 Instalaciones para el manejo de los residuos peligrosos.**

A partir del esquema para la generación de los residuos peligrosos, se define la instalación del almacén temporal, los dispositivos y contenedores, los señalamientos y sistemas de seguridad, el personal calificado, equipo y servicios requeridos para el manejo.

### **5.5.1 Elaboración del proyecto ejecutivo para el almacenamiento temporal de los residuos.**

Para las instalaciones requeridas, se debe elaborar un proyecto, donde los residuos se manejen de conformidad con las características de incompatibilidad que marca la NOM-054-SEMARNAT-93.

El proyecto de almacenamiento temporal debe contemplar las siguientes condiciones: que el sitio seleccionado no se encuentre en zonas que tengan conexión con acuíferos, debiendo estos estar retirados al menos 500 m de cualquier cauce; que los vientos dominantes en la región no sean en dirección de las zonas donde se concentren áreas de oficinas, campamentos o lugares de trabajo de personal; que la pendiente del terreno se encuentre entre el 5 y 30%; que se cuente con un acceso transitable todo el tiempo y con la geometría para el rodamiento de vehículos pesados.

El sitio de almacenamiento es dimensionado en función del tipo de residuos que se manejen, tanto por su volumen y tipo de envase en que es necesario manejarlos. Debe considerarse que la instalación cuente con alumbrado, cerca perimetral, drenaje, trampas para fugas y derrames, control de acceso, piso de concreto hidráulico, equipo contra incendio, señalización, bodega, sistema de alarmas y radiocomunicación.

El proyecto debe presentar el personal requerido y el manual de operación de la instalación, donde se considere el proceso seguido desde el envasado, recolección, transporte y maniobras dentro de la instalación. Asimismo, debe indicar las posibles alternativas para su retiro del área de la obra.

### **5.5.2 Construcción y operación.**

En la construcción del almacén temporal de residuos peligrosos se deben seguir las siguientes condiciones:

- Ejecutar el desmonte y despalme dentro del área delimitada con marcas visibles (estacas, cal, etc.)
- Construcción de la cerca perimetral con malla ciclónica y altura mínima de 2,60 m
- Piso de concreto hidráulico con pendiente de 2 %.
- Construcción de techo de material no inflamable.
- Construcción de drenaje pluvial en cepas de sección rectangular, recubiertas de concreto y cubierta con rejilla tipo Irving o similar.
- Suministro y mantenimiento de extinguidores con polvo químico para incendios tipo A, B, C de 9 Kg.
- Construcción de cisterna para captación de fugas o derrames, de concreto armado y acabado pulido.
- Instalación y mantenimiento de señalamientos de seguridad.

### **5.6 Almacenamiento en los Centros generadores.**

El Contratista debe colocar en los centros generadores de residuos peligrosos, tales como la zona industrial y los talleres de mantenimiento de la maquinaria, contenedores donde sean depositados los residuos, para después ser transportados al almacén temporal.

Debiendo clasificarlos de la siguiente forma:

- a) Aceites y grasas, gastados
- b) Solventes
- c) Materiales contaminados
- d) Envases y/o empaques
- e) Piezas mecánicas de mantenimiento a unidades.

Las características de los contenedores o envases donde se depositan los residuos deben ser adecuadas para el tipo de residuo que se maneje en ellos. Bajo ninguna condición los residuos tendrán contacto con el suelo, estopas, madera, envases, plástico, entre otros.

El área donde se colocan los contenedores de residuos peligrosos en los centros generadores debe de estar alejada, del área de residuos sólidos municipales. Cada contenedor debe contar con un área de 2 x 2 m, con piso de concreto y solo se utiliza para la colocación del contenedor. Esta área, cuenta con un letrero que indique que la zona esta destinada exclusivamente para depósito de residuos peligrosos.

Las áreas de generación de residuos peligrosos (talleres o almacenes de sustancias) deben tener piso de concreto, canaletas recolectoras y fosa de captación de derrames o fugas.

### **5.7 Contenedores para el transporte al sitio de almacenamiento temporal.**

Los contenedores para el manejo de residuos desde los centros generadores hacia el sitio de disposición temporal, deben de cumplir con la siguiente especificación:

- Tambos de 200 litros y con una tapa que se encuentre unida por medio de una bisagra, para que los residuos permanezcan tapados. El material de los tambos será adecuado a las características del residuo.
- Deben estar en perfectas condiciones, sin abolladuras o otros daños.
- Deben estar pintados y contar con una etiqueta que indique el tipo de residuo apegándose a lo establecido en las normas vigentes aplicables en la materia.

### **5.8 Recolección de residuos a las instalaciones de confinamiento.**

Los contenedores serán recogidos diariamente de los centros generadores y transportados al almacén temporal. Los camiones deben circular a una velocidad máxima de 40 km/h y no salirse de la ruta establecida en el programa de almacenamiento de residuos peligrosos. Durante el transporte de los residuos,

los vehículos utilizados, deben de estar correctamente identificados.

## **6 CONTROL DE EMISIONES.**

### **Objetivo:**

Minimizar las emisiones a la atmósfera de los vehículos, maquinaria e instalaciones utilizadas en el proyecto.

### **6.1 Mantenimiento y operación de vehículos, maquinaria e instalaciones.**

El Contratista debe contar con un programa de mantenimiento, para los vehículos y maquinaria que se encuentre trabajando dentro del área del proyecto, para realizar periódicamente los servicios que disminuyan las emisiones a la atmósfera producto de la combustión en los motores. Este programa se desarrollará de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

Durante la operación de las plantas trituradoras y dosificadoras, la contratista debe utilizar mecanismos que minimicen la dispersión de polvos fugitivos, estableciendo dispositivos de control que permitan su retención.

Para cada vehículo y maquinaria se tendrá una bitácora de servicio en la cual se registre el tipo de servicio que se le ha brindado. Las bitácoras de servicio deben permanecer en los talleres de mantenimiento y en las instalaciones para su verificación.

### **6.2 Medición de ruido en las instalaciones.**

Se debe establecer un monitoreo para la medición de emisiones de ruido en sitios estratégicos de las áreas de construcción, oficinas y campamentos, así como en el perímetro del polígono de obras.

### **6.3 Riego de terracerías.**

El Contratista debe realizar el riego de todas las terracerías que se encuentren en uso durante la temporada de secas, la cual abarca aproximadamente del mes de octubre a mediados del mes de junio, el resto del tiempo se deben realizar riegos según la humedad del suelo.

Además, el Contratista debe establecer límites de velocidad para la maquinaria y vehículos con la finalidad de evitar que se hagan nubes de polvo al paso de los vehículos y maquinaria por las terracerías.

## **7 UTILIZACIÓN DE COMPOSTA.**

### **7.1 Identificación de áreas en las que se requiera ejecutar acciones de mejoramiento y conservación de suelos, así como aquellas que requieran ser restauradas.**

A través de la planeación sobre la organización espacial de la infraestructura, se deben definir las áreas en las que se requiere aplicar acciones de mejoramiento y conservación de suelos, así como todas aquellas en las que resulta necesaria la aplicación de acciones tendientes a lograr su restauración. Se consideran tres categorías de terrenos con propósitos de utilización de la composta, sin ser limitativos:

- *Mejoramiento*: terrenos dedicados a cualquier uso productivo como son: parcelas agrícolas y áreas verdes.
- *Conservación*: terrenos en los que se evidencien procesos activos de erosión (laminar, canalillos, etc.) particularmente los incluidos en el polígono de protección, en las márgenes del camino de acceso, vialidades internas y los adyacentes a las instalaciones permanentes y temporales.
- *Restauración*: todas aquellas superficies que hayan sido alteradas por la instalación y desmantelamiento de la infraestructura necesaria para la realización de los trabajos, zonas de balconeo, taludes, bancos de materiales, vialidades temporales, depósitos de desperdicio, almacenamientos temporales (en estos tres últimos casos es aplicable a los ubicados por fuera del área a ser embalsada), así como todas aquellas que le sean indicadas por la Comisión.

El Contratista debe considerar como prioritarias las áreas a restaurar, posteriormente las de conservación y por último las que requieren mejoramiento. El resultado de esta actividad se integra en un reporte técnico, que es entregado a la Comisión para su aprobación.

### **7.2 Procedimientos para la Colocación y Utilización de Composta.**

El Contratista elabora los procedimientos para la colocación y utilización de la composta, mismos que deben ser acordes con las acciones que se emprendan para el mejoramiento, conservación de suelos y restauración de terrenos afectados.

En la elaboración de sus procedimientos el Contratista debe considerar que no se admite la utilización de composta como un sustituto del suelo y que en todos los casos se debe mezclar con el suelo producto del despalme o con materiales que permiten el soporte de la materia orgánica, el desarrollo de los sistemas radicular de las especies que se planten o desarrollen en el sitio y/o de las utilizadas para la revegetación, forestación y/o reforestación.

Aun cuando los propósitos de la utilización de la composta sea el mejoramiento o conservación de los suelos, se debe considerar que durante la colocación se favorezca su mezcla con los sustratos presentes en el terreno, hasta una

condición en la que el material resultante se mantenga estable bajo condiciones de utilización normales y que no presenten signos de erosión hidráulica, en más de un 20% de la superficie en condiciones de precipitación máxima (para un periodo de 24 hr).

Consecuentemente en la elaboración de los procedimientos de utilización de composta se deben tener como base o ser integrados a los que se elaboren para la ejecución de las acciones de conservación de suelos.

En las actividades de colocación y uso de composta no se permite la utilización de maquinaria pesada y la afectación adicional de los terrenos forestados o de los sujetos a restauración, por lo que en todos los casos se debe privilegiar la utilización de medios manuales o de aspersión.

Los procedimientos que elabore el Contratista son entregados a la Comisión para su aprobación, mediante un reporte técnico en el que anexa toda la información necesaria para sustentar las propuestas.

### **7.3 Cuantificación de los Volúmenes requeridos de Composta.**

Una vez que el Contratista haya realizado los preparativos solicitados, debe realizar una proyección del volumen requerido de composta. Esta información se cruza con los valores estimados de producción, para hacer una redefinición de las superficies a ser restauradas y/o mejorados sus suelos y los usos a que se destina el material obtenido. El resultado de esta actividad se integra en un reporte técnico para ser aprobado por la Comisión.

### **7.4 Programación de la Utilización y Colocación.**

Por su naturaleza las actividades necesarias para la colocación de composta se pueden integrar a la programación de aquellas necesarias para la conservación de suelos, restauración y reforestación, o realizarse de forma particular.

### **7.5 Determinación de la Calidad en la Colocación de composta.**

La calidad en la colocación se define basándose en tres criterios básicos:

- *Textura*: el sustrato resultante de la mezcla de la composta con suelo o materiales finos producto de excavación debe encontrarse en un rango de textura de limo a limo arenoso.
- *La estabilidad*: el material resultante ya sea colocado en superficie o en cepas para reforestación debe mantenerse mecánicamente estable en condiciones normales de utilización del terreno y bajo condiciones de la máxima precipitación en 24 hr.
- *Permeabilidad*: el material debe ser lo suficientemente permeable para evitar su saturación y dilución bajo condiciones de precipitación máxima en 24 hr.

Con la finalidad de que los materiales obtenidos cumplan con estos requisitos, el Contratista ejecuta los procedimientos de prueba más convenientes, previo a su utilización, mismos que son aprobados por la Comisión.

## **8 REFORESTACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS.**

### **8.1 Identificación de áreas a reforestar.**

Con base a la organización espacial de obras, el Contratista debe además, identificar en campo las áreas que necesitan ser reforestadas: campamentos, talleres, bancos de préstamo, vialidades y almacenes, entre otras. El Contratista ubica en un plano topográfico y analiza los sitios para determinar una calendarización de las medidas y acciones para la aplicación del Programa de Reforestación de las áreas, previamente, identificadas.

### **8.2 Elaboración del Programa de Reforestación.**

El Contratista elabora un Programa de Reforestación para las áreas afectadas por la construcción de la infraestructura, el cual es presentado a la Comisión para que esta lo revise y autorice. El programa debe contener como mínimo la siguiente información.

#### **8.2.1 Preparación del terreno.**

Los sitios que fueron desmantelados, el Contratista debe identificar las características negativas que más puedan influir en el establecimiento de las plantas, tales como: suelos compactos, pedregosidad, malezas y deficiencias nutricionales; para que se lleven a cabo las actividades de colocación del suelo orgánico en cada una de las áreas a restaurar, colocación de composta, conformación de terrazas y taludes en bancos de material, de desperdicio y vialidades permanentes y temporales, para facilitar las actividades de reforestación.

#### **8.2.2 Especies a emplear en la reforestación.**

El Contratista lleva a cabo la reforestación con especies nativas de la región, ya que son especies de fácil propagación y adaptación a las condiciones ambientales.

Se deben utilizar especies maderables y no maderables, ya sea por propagación de semillas o vegetativa. Para esto el Contratista colecta el material germoplásmico de la zona, para que sea utilizado en las áreas afectadas por las actividades de construcción.



### **8.2.3 Cuantificación de la plantación.**

Para la cuantificación de las plantas a emplear en la reforestación, el Contratista debe emplear los sistemas de plantación de tres bolillos, curvas a nivel y lineal. Las distancias y densidades empleadas se determinan de acuerdo al crecimiento y desarrollo de cada una de las especies a utilizar, de tal manera que se asegure la recuperación de las áreas perturbadas y el éxito de la reforestación.

Trazo y densidad de la plantación.

- El Contratista realiza el trazo topográfico para la plantación en cada una de las áreas a reforestar.
- La densidad de la plantación se determina de acuerdo al desarrollo de cada una de las especies a utilizar y a su sistema de plantación.

### **8.2.4 Cantidad de plantas a utilizar.**

- Las plantas a utilizar se dan en función de la superficie total a reforestar y la especie utilizada, por lo que es necesario determinar el número de plantas que se emplearan en cada área.

### **8.3 Época de reforestación.**

El Contratista debe realizar la reforestación de las áreas afectadas por la construcción de la infraestructura en la temporada de lluvias.

### **8.4 Apertura de cepas.**

La apertura de cepas para colocar los individuos, se realizará dos semanas antes de efectuar la plantación. Ejecutada con herramienta manual y/o mecánica respetando el trazo y en tamaños de 40 x 40 x 40 cm.

### **8.5 Selección y transporte de árboles.**

En los viveros seleccionados o formados por el Contratista, se deben elegir plantas de calidad (mayores de 0.40 m, vigorosas, con ausencia de plagas y enfermedades), estas se trasladan a las áreas a reforestar en un vehículo cubierto con lona, tomando las medidas necesarias para evitar pérdidas de organismos por mal manejo.

### **8.6 Plantación.**

Se inician las plantaciones de acuerdo a la fecha del programa y en la secuencia marcada en la calendarización, las acciones comprendidas, son: distribución de la planta en las cepas, desembolso y colocación de la planta en la cepa, rellenado y compactación de la tierra, acondicionamiento de cajete y recolección y traslado de bolsas al relleno sanitario.

### **8.7 Mantenimiento y protección.**

Al término de la plantación, se programan aplicaciones de fertilizante al suelo y/o follaje, además de proteger la plantación con cerca de alambre de púas o malla ciclón, para prever daños a la misma por cualquier tipo de semovientes.

### **8.8 Control de plagas y enfermedades.**

El Contratista debe detectar agentes nocivos como: Insectos, nemátodos, roedores o enfermedades fungosas. Una vez diagnosticado el tipo de plaga el Contratista evalúa el porcentaje de infestación y aplica el tratamiento mas adecuado para su control.

El Contratista vigila que los tratamientos que se apliquen, en caso de la existencia de alguna plaga o enfermedad, sean las más adecuadas y se pongan en práctica lo más pronto para evitar que se sigan infectando más organismos.

### **8.9 Podas controladas.**

El Contratista define las densidades finales en las áreas reforestadas, las podas se realizan escalonadas en tiempo de: formación, aclareo y eliminación de individuos con deficiente crecimiento y adaptación. A partir de las podas se identifican los árboles que por su buen desarrollo y su cercanía entre ellos requieren de ser trasplantados en sustitución de aquellos que son eliminados.

### **8.10 Prevención de incendios.**

El Contratista diseña brechas cortafuego en las partes críticas de las áreas con el fin de evitar, en caso de incendio en las áreas aledañas, que el fuego invada las áreas que fueron reforestadas. Durante la época de sequía deben mantenerse las brechas cortafuego limpias.

### **8.11 Evaluación de la reforestación.**

El Contratista realiza las evaluaciones necesarias para registrar el comportamiento de las plantaciones (sobrevivencia, altura y cobertura), utilizando el método de campo y estadístico más adecuado. Estos registros se toman una vez terminada la plantación y posteriormente cada año por el tiempo que marque el programa de reforestación.

## **9 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SANITARIOS MÓVILES.**

### **9.1 Identificación de las necesidades de Sanitarios Móviles en la zona de influencia del Proyecto.**

Sobre el estimado de la población que se pretende emplear en el proyecto, la distribución de los frentes de trabajo, la ubicación de la infraestructura (campamentos, comedores, oficinas, talleres, almacenes, etc.) y la planeación de las actividades, el Contratista determina el número de sanitarios móviles para ser utilizados durante el desarrollo del proyecto.

Como referencia el Contratista debe considerar un sanitario móvil para el servicio de cada quince trabajadores. No se permitirá la construcción de letrinas fijas en sustitución de los sanitarios móviles. Asimismo debe considerarse que los sanitarios instalados en campamentos, oficinas y comedores, no son objeto de contabilización, pues la instalación de los sanitarios móviles esta dirigida a los frentes de trabajo en los que se carezca de instalaciones permanentes. Estos solo se pueden considerar como sustitutos cuando su acceso sea libre y la cercanía al frente de trabajo garantice su utilización por los trabajadores.

### **9.2 Propuesta para la Instalación, Operación y Mantenimiento de los Sanitario Móviles.**

Previo al inicio de los trabajos, el Contratista presenta a la Comisión, para su aprobación, una propuesta en la que indique el número de sanitarios, la ubicación, el programa de utilización, mantenimiento y reubicaciones, acorde con el avance de los trabajos de construcción.

### **9.3 Instalación y operación de los Sanitarios Móviles.**

Una vez que esta propuesta es aprobada por la Comisión el Contratista procede a instalar los muebles en los frentes de trabajo, debiendo apegarse al programa presentado y de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Un sanitario por cada quince trabajadores o por la fracción de esta cantidad
- Colocados firmemente en el terreno (no sujetos) sin que corran el riesgo de volcarse o ser derribados por el viento.
- Fuera del alcance de vehículos, equipo y maquinaria, la distancia mínima de las áreas de maniobra o rodamiento es de tres metros.
- Preferentemente colocados bajo un toldo que les proporcione sombra, ya que derivado de las condiciones climáticas del área, su colocación a la intemperie crea una atmósfera interior con temperatura y humedad superiores a las exteriores, haciendo prohibitiva su utilización; el toldo debe estar separado del techo de la caseta al menos cincuenta centímetros.
- En un sitio que no implique que el trabajador debe atravesar vialidades para acceder a ellos.
- Retirados como mínimo a 25 m de los almacenamientos, contenedores-expendedores de agua potable.

- Para la instalación se utilizan los terrenos más convenientes, no se permite el desmonte o nivelación adicional.
- El sitio se debe mantener limpio; sin basura o contaminantes visuales.

Para el mantenimiento de los sanitarios móviles queda prohibida la descarga de los residuos a cursos o cuerpos de agua, estos deben ser tratados o dispuestos por la empresa subcontratada, para lo que debe contar con el equipo y vehículos que garanticen un mantenimiento y traslado óptimo en apego a la normatividad estatal y municipal vigente, de acuerdo a los alcances de su contrato; la Comisión está en posición de requerir en todo momento los registros con los que se pueda comprobar la recolección de los residuos, su traslado, tratamiento y disposición final.

#### **9.4 Promoción de la Utilización de los Sanitarios Móviles.**

El contratista deberá efectuar campañas para promover e incentivar el uso de sanitarios móviles por los trabajadores de las obras.

#### **9.5 Bitácora de Obra.**

Para el seguimiento de los trabajos de instalación, operación y mantenimiento de los sanitarios móviles, el Contratista debe llevar una bitácora de operación y mantenimiento.

#### **9.6 Retiro de los Sanitarios Móviles.**

Al final del servicio todas las áreas deben ser limpiadas y retirada cualquier evidencia del sitio; no se permite como limpieza el movimiento de tierras para cubrir estos terrenos. La limpieza ejecutada es verificada por la Comisión y solo se considera realizada mediante su aprobación.

## **10 CONTROL DE LA EROSIÓN.**

Elaborar el programa de acciones para la retención y/o rehabilitación de suelos y la prevención y control de la erosión en las áreas afectadas por las actividades de construcción del proyecto.

### **10.1 Reconocimiento físico de la zona del proyecto.**

Identificar en campo, los sitios donde se realizan las obras que integran el proyecto, tales como: campamentos, oficinas, almacén, patios de servicio, talleres, etc., así como las características abióticas y bióticas de la zona.

### **10.2 Delimitación del área necesaria para los trabajos de construcción.**

El área que ha sido identificada para el desarrollo de los trabajos de construcción y/o edificación es delimitada topográficamente con marcas visibles (estacas, cintas, trazas con cal).

Esta área debe incluir los caminos para acceso a los frentes de trabajo y las vialidades internas de la infraestructura, accesos para los depósitos temporales producto del despalme y cualquier otra superficie de ocupación temporal o definitiva.

### **10.3 Retiro y almacenamiento de suelo vegetal (Despalme).**

El despalme en todas aquellas áreas en las que pretenda realizar algún tipo de obra consiste en retirar de las áreas una capa superficial de suelo, de entre 0.10 y 0.15 m, donde se presentan la mayoría de los nutrientes para las plantas y se acumulan las semillas.

El material producto del despalme se almacena en sitios de tal manera que el suelo que se deposite no se mezcle con otro tipo de materiales tales como rezagas o sustancias químicas (concreto, asfalto, roca, residuos peligrosos, etc.), además debe evitarse que el suelo se pierda por erosión a través de la construcción de obras de contención, de drenaje, siembra de semilla de herbáceas.

El suelo se coloca formando camellones con una altura no superior a 1.5 m, con un ancho acorde con el ángulo de reposo del material y cuya longitud depende del volumen del material a almacenar.

### **10.4 Prevención y corrección de cárcavas.**

Para la prevención de cárcavas se debe realizar una supervisión constante sobre el sistema de drenaje exterior e interior de las áreas, a fin de efectuar las reparaciones o adecuaciones de manera oportuna, así como mantener permanentemente una cubierta vegetal a base de pasto (nativo o local) o bien de herbáceas de poca altura en todos los espacios abiertos.

En las áreas donde se identifique la formación o desarrollo de cárcavas, las

medidas que se realizan son las siguientes:

- Desviar el escurrimiento de la cabecera de la cárcava, cuidando de no erosionar las áreas aledañas.
- De acuerdo a sus dimensiones y al tipo de suelo se definen el número y tipo de represas filtrantes a construir, las cuales pueden ser de malla de alambre galvanizado, piedra, rocas sueltas, ramas o postes.
- Sembrar pasto o semilla de herbáceas en los taludes de la cárcava y arbustos y árboles de rápido crecimiento, cercando la zona de la cárcava para proteger los trabajos realizados.

### **10.5 Prácticas de conservación de suelos en las zonas ribereñas.**

El factor principal a considerar es el estado de la vegetación ribereña, ya que ejerce una función estabilizadora de los suelos, retiene materiales acarreados por las escorrentías de las partes altas, permite el desarrollo y desplazamiento de especies de fauna silvestre, así como tiene influencia en el microclima, entre otras funciones; por lo que es necesario realizar una evaluación sobre su distribución y desarrollo (altura, cobertura, épocas de floración, producción de frutos y periodicidad de los mismos) de las especies que la componen, a fin de seleccionar las más idóneas para utilizarse en la conservación y rehabilitación de suelos.

### **10.6 Estabilización de taludes.**

Los taludes conformados por material balconeado en la apertura de caminos, explotación de bancos de material, bancos de desperdicio, áreas de campamentos, oficinas, talleres, área de obras, etc. Se debe estabilizarlos mediante las prácticas de retención y/o conservación de suelos que se menciona a continuación.

#### **10.6.1 Colocación de fajillas de madera.**

Esta práctica se realiza cuando el material que conforma la parte interna del talud esta consolidado o estable y el de la parte externa, es suelo vegetal balconeado.

Consiste en colocar fajas de madera de pino de tercera o similar cuyas dimensiones dependen del espesor del suelo, acomodadas de forma transversal a la pendiente, en línea siguiendo las curvas a nivel, éstas a una distancia vertical que de acuerdo a la altura del talud y grado de pendiente debe ser mínimo de 3m, las fajillas son enterradas dos terceras partes y detenidas (talud abajo) con estacas de madera, hierro o cualquier material resistente, en la parte de arriba se construye una pequeña banqueta de aproximadamente 15 cm de ancho. Se debe tener la precaución de colocarlas bien unidas una detrás de otra para evitar que se formen pequeñas cárcavas.

### **10.6.2 Construcción de terrazas de banco con madera.**

Esta práctica se realiza cuando el material balconeado es suelo contaminado con residuos pétreos, rezagas, etc.

Consiste en identificar árboles muertos (en pie o tirados), posteriormente cortarlos y seleccionarlos del tamaño que se requiera, el cual depende del espesor del material suelto que se pretende contener o estabilizar, se definen el número y tamaño de las banquetas a construir sobre la base del grado de la pendiente, así como a las dimensiones del talud, procurando tener una distancia horizontal de por lo menos 3 m entre banquetas y vertical de 5 m entre hileras o líneas. La distribución espacial de las mismas es sobre las curvas de nivel donde las banquetas se construyen en dirección del espacio que queda libre en medio de las dos inmediatas de la línea superior o inferior (tresbolillo).

### **10.6.3 Colocación de malla de alambre.**

Los taludes a estabilizar con malla de alambre (para pollos o de alambón para cimbra) son los conformados con material de rezaga balconeado o aquellos que son el resultado de una explotación.

Se coloca malla en el cuerpo del talud, estirada y sujeta con varillas de hierro. Posteriormente se siembra al voleo una mezcla de suelo de textura arcillosa con semilla de pasto.

### **10.7 Construcción de muros de mampostería y presas de gavión**

Estas prácticas de retención de suelo se realizan en la base del talud. Se construyen antes de realizar el balconeado del talud o conformación del mismo (bancos de desperdicio), sus dimensiones están en función de la capacidad de carga.

### **10.8 Forestación y siembra de herbáceas.**

Se realiza cuando el talud está recientemente conformado y tratado con alguna de las técnicas de estabilización descritas, o bien, cuando las condiciones del material no requieran de arreglos preliminares.

La forestación es con especies locales, de preferencia arbustos y la siembra de semilla de pasto nativo o local, así como de herbáceas rastreras.

### **10.9 Limpieza de áreas liberadas.**

Al concluir las actividades del proyecto, la Comisión verifica que el Contratista retire las instalaciones que utilizó durante la construcción de la obra, de tal manera, que no queden residuos de ningún tipo de material, con el fin de seleccionar las prácticas de rehabilitación y conservación.

### **10.10 Protección de la fauna silvestre.**

Tomar las medidas y acciones de conservación y protección de la fauna silvestre que se encuentran dentro del área del proyecto.

#### **10.10.1 Reglamento de protección para la fauna silvestre.**

El contratista deberá comunicar a sus trabajadores un reglamento de protección donde se establezca:

- Queda prohibido la caza, captura, maltrato y/o aprovechamiento de las especies de fauna.
- Queda prohibido la introducción de especies exóticas y/o mascotas al área del proyecto.

Se debe difundir por medio de carteles, trípticos y pláticas las especies de fauna que sean venenosas y la diferencia con especies que no lo sean, para evitar al máximo el sacrificio innecesario de los mismos, así como las medidas que deben tomarse en caso de mordedura o picadura de alguna de estas especies.

### **10.11 Conservación y protección de la flora silvestre.**

Con la finalidad de proteger la flora silvestre de las áreas que se afecten en la construcción del proyecto, se establecen las acciones necesarias para su conservación y protección.

#### **10.11.1 Actividades para la vigilancia y derribo del arbolado (Desmante).**

Como medida para la conservación y protección de la flora silvestre, el desmante de las áreas a ocupar; se deberá llevar a cabo de la siguiente manera:

- El desmante se realiza únicamente en las áreas indicadas en los planos del proyecto y de la planeación de la Organización espacial de la infraestructura, sin afectar la vegetación que se encuentre fuera de los límites señalados. La actividad se ejecuta conforme se vayan ocupando las áreas.
- El derribo del arbolado es direccional, para evitar la afectación de los terrenos inmediatos.
- El troceo se efectúa en el sitio de caída mediante la utilización de herramientas manuales y los residuos no aprovechables, se colocan fuera del área de trabajo.
- Las ramas, restos de arbustos y enredaderas se deberán ocupar para la producción de composta.
- Las trozas o fustes completos, que no sean aprovechadas por la población local, se colocan de forma perpendicular a la pendiente del terreno, particularmente en aquellos sitios en los que se haya realizado el balconeo de materiales.
- Para el retiro de los productos del desmante no se utiliza maquinaria pesada. Cuando por causas técnicas justificadas la utilización no se pueda evitar, el trabajo se realiza dentro de la misma área del proyecto en un sitio adecuado, para poder efectuar el troceo, triturado o picado.



- El Contratista deberá apegarse al plano de Organización espacial de la infraestructura del P.H. Santa Clara, evitando que fuera de esta exista movimiento de maquinaria o disposición de material.
- Conservar el mayor número posible de individuos (árboles y arbustos) dentro de las áreas de trabajo siempre y cuando no interfieran con las actividades de construcción o la edificación de instalaciones.
- El Contratista debe sujetarse a utilizar las áreas que fueron designadas para cada uso y presentadas en el plano de organización espacial de infraestructura.

#### **10.11.2 Programa para el control y prevención de incendios forestales.**

Como parte de la Protección y Conservación de la Flora, se debe elaborar un programa para la prevención y control de incendios forestales, el cual debe contemplar:

- Una brigada para llevar a cabo la prevención y control de los incendios forestales, la cual consta de por lo menos 6 elementos.
- El equipo y herramienta forestal para la prevención y control de los incendios forestales.
- Elaborar un plano donde se ubiquen los sitios con mayor riesgo de incendios forestales.
- Las brigadas realizan recorridos semanales para la detección y control de incendios forestales. En el caso de presentarse algún incendio, se informa a las autoridades, además de llevar un registro con los siguientes datos: datos generales del predio donde sucedió el incendio, municipio, fecha, causas o motivo de origen, superficie afectada, participantes, duración del incendio, extinción, entre otros.
- Se realiza la rehabilitación de brecha cortafuegos o guardarrayas en cada uno de los sitios de mayor riesgo de incendios forestales.
- Se debe impartir capacitación al personal de la brigada de incendios forestales en combate y control de incendios forestales así como también en primeros auxilios.

#### **10.12 Habilitación de los bancos de préstamo.**

El objetivo es habilitar los bancos de préstamo sobre la base de procedimientos particulares, garantizando la estabilidad de los taludes, el control de los escurrimientos externos e internos del sitio y que sean compatibles con el propósito de conservación de suelos y que garanticen que en la superficie resultante se pueden aplicar las acciones necesarias para restaurar el sitio hasta condiciones cercanas o superiores a la condición original.

##### **10.12.1 Requerimientos para la obtención de nuevos bancos de materiales de préstamo.**

Sobre la base de la estimación de la calidad de los materiales y los volúmenes a ser utilizados, la Comisión propone al Contratista (como parte de la información del proyecto) los sitios a ser utilizados como bancos de préstamo de materiales.

En la propuesta técnica el Contratista debe exponer la aceptación de los sitios propuestos o en su defecto, proponer lugares alternativos para la habilitación de estos bancos. La utilización de sitios alternos, es sujeta a la aprobación de la Comisión y a que el Contratista tramite y obtenga las autorizaciones en materia de impacto ambiental y el cambio de uso del suelo correspondiente. Así como el permiso para la utilización de bancos dentro de la zona federal y el pago de los derechos correspondientes.

#### **10.12.2 Elaboración de los Proyectos Ejecutivos para la Habilitación de los Bancos de Préstamo.**

El Contratista elabora un proyecto ejecutivo particular para cada banco de préstamo, el cual debe ser presentado a la Comisión anticipadamente para que esta autorice su habilitación.

El proyecto debe contener de forma mínima la siguiente información, apegado a los criterios que en ella se incluyen (son aplicables de forma discrecional a los bancos en zona federal):

- Procedimiento para la explotación del banco.
- Topografía del terreno natural.
- Estimación de los volúmenes totales a ser extraídos.
- Estimación de los volúmenes de suelo orgánico a ser despalmados, por etapas del proyecto.
- Estimación de los volúmenes de desperdicio.
- Plantillas de personal
- Necesidades de capacitación del personal.
- Programa de actividades.
- Procedimiento para la restauración del sitio al fin de su vida útil.
- La explotación debe contar con una franja perimetral de amortiguamiento de al menos 10 m, en la que se aplican medidas de conservación de suelo, fomento y protección de la flora y fauna silvestre.
- El banco se explota mediante terrazas con alturas máximas acordes a la estabilidad de los materiales, de acuerdo a la conformación del terreno natural y a la superficie contratada con el propietario. De tal forma que al final de su vida útil pueda ser restaurado en la totalidad de la superficie.
- Entre cada terraza se deja una berma como mínimo de 6 m de ancho y con una contrapendiente de al menos 2%, se deben ajustar en función de las condiciones del terreno; construcción de drenes perimetrales para el encauzamiento y desalojo de los escurrimientos, conformación de taludes que permitan la estabilización del material y los trabajos de reforestación.
- Los taludes se definen por el ángulo de fricción interna de los materiales excavados, con un factor de seguridad de 2.
- El drenaje de los terrenos circundantes y el interno del terreno se debe canalizar para su correcta conducción hacia fuera del área sin afectaciones subsecuentes.

### **10.12.3 Habilitación de los Bancos de Préstamo.**

Como actividades previas a la habilitación de los bancos de préstamo, el Contratista realiza las siguientes actividades (se excluyen de su aplicación los bancos de zona federal cuando las condiciones del terreno lo impidan):

- Delimita topográficamente la zona del banco con malla.
- Realiza el desmonte: trocea y pica la materia producto del desmonte, colocando el producto en las áreas para producción de composta; Los troncos y ramas gruesas se colocan transversal a la pendiente para proteger el suelo de la erosión. Esta actividad se realiza conforme a lo establecido en el Procedimiento 9.A1.8 Conservación y Protección de la Flora Silvestre.
- El despalme es ejecutado conforme a lo establecido en la medida de complementaria N° 10 “Control de la Erosión”.
- La extracción de material se realiza de acuerdo a la capacidad del sitio y al proyecto ejecutivo, particular para cada banco.

### **10.12.4 13.4. Restauración de los Sitios Habilitados como Bancos de Préstamo.**

- El Contratista realiza las obras de restauración, contención, restablecimiento de drenajes y cubre el terreno con suelo orgánico, conforme a lo establecido en las medidas complementarias N° 8, 10 y 12.

### **10.12.5 Bitácora de obra.**

Para el seguimiento de los trabajos de habilitación de los Bancos de préstamo se lleva una bitácora de obra, que en todo momento, debe mantenerse actualizada y estar disponible para su revisión.

## **10.13 Desmantelamiento y rehabilitación de áreas afectadas.**

Su objetivo es establecer la metodología para realizar las actividades relativas al desmantelamiento de instalaciones provisionales, en función de la conclusión de obras, elaborando un Programa para el Desmantelamiento y Rehabilitación de Áreas Afectadas por la Construcción de la Infraestructura previa a la entrega-recepción de la obra principal.

### **10.13.1 Revisión de acuerdos con comunidades y/o particulares.**

El Contratista y la Comisión realizan una revisión documental de los acuerdos y compromisos adquiridos en los “Convenios de Ocupación Temporal” de tierras ante las Comunidades, Núcleos Agrarios y/o particulares, en relación con el desmantelamiento y rehabilitación de las áreas ocupadas por las obras complementarias para obtener y preparar las acciones y medidas que se deben realizar para cumplir con lo establecido en dichos convenios.

### **10.13.2 Programa de Desmantelamiento y Rehabilitación.**

El Contratista debe elaborar el Programa para el Desmantelamiento y Rehabilitación, determinando el tiempo en que son abandonadas las instalaciones. El periodo para el desmantelamiento de la infraestructura. El retiro de los letreros y señalamientos que se encuentren localizados en el área de construcción y que se consideren como obsoletos para la operación del Proyecto y las actividades de rehabilitación de los sitios. Este programa es presentado a la Comisión para su revisión y autorización.

### **10.13.3 Desarrollo de actividades.**

En función del programa aprobado por la Comisión, el Contratista procede al abandono, desmantelamiento y realiza la entrega de instalaciones, según corresponda.

La Comisión debe verificar que la entrega de los sitios se haga conforme a los compromisos adquiridos con las comunidades, núcleos agrarios y/o particulares.

### **10.13.4 Rehabilitación de áreas.**

Al concluir el desmantelamiento de la infraestructura, el Contratista debe realizar las actividades de protección ambiental, considerando los requisitos establecidos en las medidas complementarias correspondientes a Control de la Erosión y Protección y conservación de flora y Protección de fauna silvestre.

### **10.13.5 Acta de entrega-recepción.**

Al término de las obras, y ya que las áreas se encuentren debidamente rehabilitadas y que las condiciones de abandono señaladas en los convenios y proyectos ejecutivos de las obras, se hayan cumplido en un 100%, se procede a realizar la entrega del sitio al propietario o poseedor del predio mediante un acta formal de entrega-recepción.

<b>VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.</b> .....	<b>2</b>
<i>VII.1.1 Medio Físico</i> .....	<b>3</b>
<i>VII.1.2 Medio Biótico.</i> .....	<b>4</b>
<i>VII.1.3 Medio Socioeconómico.</i> .....	<b>5</b>
VII.2 PROGRAMAS DE MONITOREO .....	<b>11</b>
<i>VII.2.1 Programa de seguimiento y monitoreo de reforestaciones en el ph “Santa Clara”</i> 11	
<i>VII.2.2 Programa de Rescate de Flora y Fauna en el ph “Santa Clara”</i> .....	<b>13</b>
<i>VII.2.3 Programa de Vinculación de las Obras y Acciones del P.H. Santa Clara con el ANP Sierra Gorda</i> .....	<b>14</b>
VII.3 CONCLUSIONES .....	<b>14</b>
VII.4 BIBLIOGRAFÍA.....	<b>18</b>

## **VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

A lo largo de todo el estudio, en especial el capítulo V, se han descrito los impactos que se harán presentes en la zona de influencia con el establecimiento del proyecto, así como su repercusión en el medio si estos no fueran evitados, mitigados o compensados. Aunque no todos los impactos son negativos, la mayoría representa una afectación al medio social y al medio ambiental en distintas magnitudes y en el capítulo VI se explicaron las medidas y proyectos con los cuales se plantea mitigar, evitar y corregir los impactos presentes en el área durante la construcción de la presa.

Considerando el análisis realizado del escenario ambiental regional con el proyecto en la etapa actual, de acuerdo con los pronósticos realizados la calidad esperada para la mayoría de los componentes del entorno no presenta diferencias sustantivas con la calidad que se esperaría en un futuro sin la ejecución del proyecto a excepción del componente agua y en menor medida a la biota. Los cambios de mayor relevancia se esperan en:

- i) la calidad de agua que contendrá el embalse debido al cambio de régimen de escurrimiento y
- ii) como consecuencia de la inundación de 33 ha y desde el punto de vista ambiental la etapa de llenado del embalse será la que tendrá mayores repercusiones, tanto en el subsistema acuático como la pérdida de terrenos forestales cubiertos principalmente por Selva Baja Caducifolia, eliminando también el escaso suelo que lo cubre o aumentando su propensión a la erosión. Es importante recordar que la integridad del subsistema acuático del Río Moctezuma está fuertemente afectada por los contaminantes que arrastra desde el Río Tula y que proviene desde la ciudad del Distrito Federal y su Zona Conurbada, así como por la existencia de presas sobre el cauce del río aguas arriba.

Los impactos residuales que permanecerán una vez aplicadas las medidas de mitigación son:

- Obras civiles: (caminos, obra de contención, vertedor, casa de maquinas, etc.) Estas obras se quedarán una vez sean concluidos los trabajos de construcción y funcionara en la fase de operación.
- Material geológico producto de obras de restauración de caminos y área de embalse: Este será uno de los principales impactos residuales ya que no es posible reincorporar el material en los sitios originales por tal motivo se deberá tener sumo cuidado con la selección de los sitios de disposición final para que estos no se conviertan en un estorbo al tránsito vehicular o queden en riesgo de generar un deslizamiento de este material afectando áreas con vegetación propia de la zona.
- Embalse: La superficie directamente afectada por el embalse que será de 33 ha.

- Modelación topográfica en bancos de materia y camino: Las afectaciones al relieve natural por la ejecución de obras para la estabilización de cortes.
- Modificación del régimen hidrológico: se tendrá una modificación al régimen hidrológico sobre 11 km del Río Moctezuma.

### **VII.1.1 MEDIO FÍSICO**

#### **Clima**

La zona no sufrirá alteraciones significativas en el futuro, siendo esto sin y con la construcción del proyecto. La mayor cantidad de los impactos climáticos se tendrán en el área de construcción del proyecto, sin embargo, estos difícilmente podrán influir al resto de la zona, esto debido a su situación encañonada. En términos generales para la zona inmediata, climáticamente se espera un incremento en la evaporación, humedad relativa y un incremento en el efecto termoregulatorio, así como de la formación de neblina.

#### **Calidad del Aire**

Al iniciar con la evaluación del medio físico y biótico se tiene que evaluar distintas áreas y diversas variables, una de ellas es la calidad del aire la cual se verá afectada por el proyecto. En el sitio de construcción las obras de preparación de materiales, la explotación de bancos de material, la construcción de la cortina misma, el vertedero y casa de máquinas, el uso de explosivos y el continuo paso de vehículos generarán un impacto sobre la calidad del aire que repercutirá sobre todo la zona de construcción. Para que estos impactos se vean mitigados o corregidos será necesario llevar a cabo medidas de diversa índole.

Se verá impactada durante la construcción, principalmente por las emisiones de partículas provenientes de un gran número de fuentes (operación de maquinaria de combustión, cortes, explotación de bancos de material, dinamitado, remoción de tierras y despalmes, operación de cementeras y cribadoras, etc.) tanto puntuales como móviles, lo que generará concentraciones de partículas y podría presentar problemas de salud y visibilidad. También se emitirán contaminantes gaseosos como resultado de la combustión en maquinaria y vehículos que utilizan gasolina o diesel. Sin embargo, los contaminantes dejarán de emitirse al concluir las jornadas diarias de trabajo y las etapas de descanso programadas dentro del proyecto.

#### **Geología**

Considerando los procesos exógenos de los movimientos de masa, que pueden ser los generadores de impactos potenciales importantes, las excavaciones para desviar el río o cortes para carreteras deben de ser diseñadas de acuerdo a las características del macizo rocoso para asegurar su estabilidad.

#### **Suelos**

Se verá afectado por la construcción del proyecto dentro del área de construcción de la cortina debido a los desmontes y movimientos de tierras, una afectación menor se dará por el llenado del embalse dado que este proceso afectará lechos de los ríos y sus laderas anexas de poca significancia en cuanto a suelo se refiere. El área de construcción de la cortina tiene una afectación puntual y limitada la cual debido al estado que presentará el sitio posteriormente a la construcción no serán de consideración. Sin embargo la apertura del camino de acceso tendrá un efecto de mayor importancia en el suelo ya que este abarcará una superficie mayor que la proyectada para el embalse, así mismo la localización del trazo se presenta en áreas con fuertes pendientes por lo que la aplicación adecuada y oportuna de las medidas de mitigación que van enfocadas a la estabilización de cortes y obras de conservación de suelo disminuirá significativamente los impactos. El resto del área de estudio no tendrá una afectación considerable con la construcción del proyecto siguiendo el proceso natural que ha imperado en la zona en los últimos años.

#### Hidrología

La no significancia de los impactos está en gran medida determinada por las modificaciones del régimen hidrológico como producto de la regulación realizada en la presas de Zimapan.

Siguiendo con el enfoque geomorfológico de la zona, una vez llenado el vaso se tendrá una erosión constante de las paredes que contribuirá con el azolve de la zona de inundación. Para este impacto no existe una medida de mitigación pues no se controla el flujo del agua ni tampoco el estado de llenado del embalse dependiente en gran manera de la precipitación en la zona. Sin embargo la remoción en masa en la franja muerta del embalse por variaciones del nivel de agua si puede ser mitigada por medio de la estabilización, modelación o derrumbamiento de las laderas con mayor riesgo de remoción.

#### Calidad Escénica

Los principales impactos del proyecto para la calidad escénica y el impacto visual serán en la etapa de construcción, la visión del área de afectación donde se llevarán a cabo los trabajos (construcción y mantenimiento de los caminos, construcción de la cortina etc.)

### **VII.1.2 MEDIO BIÓTICO.**

#### Vegetación

Una de las consecuencias de la construcción y la inundación del área es la reducción de la superficie arbolada de la selva baja caducifolia y en algunas porciones donde se presenta la vegetación riparia. También se verá afectada algunas porciones de selva baja caducifolia espinosa que se encuentra creciendo sobre los playones.

Alrededor de 41 especies de árboles se verán afectadas por las actividades



generales del proyecto, siendo el área de construcción y el área inundada donde se verá más reflejado esta perturbación. Lo interesante es que estas especies cuentan con una amplia distribución en la zona

Se localizó en el área de estudio especies que se encontraban dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Con estatus de amenazada se reporta *Astrphytum ornatum* la cual es endémica de la zona y señalada como protegida se reporta la *Yucca queretaroensis*. Estas especies no serán afectadas significativamente por el proyecto dado que se encuentran distribuidas por toda el área de estudio, así como en el área de inundación y el sitio de construcción de la cortina, por lo que las poblaciones no se verán diezmadas por las obras de construcción. Sin embargo, se recomienda la elaboración de programas de reforestación para estas especies.

#### Fauna

Durante y posteriormente a la etapa de construcción se dará en la zona un posible arrastre y sedimentación de materiales de construcción potencialmente dañinos a la flora y fauna acuática, contribuyendo el azolve del vaso. Para evitar esto se deberá realizar la limpieza de la zona de talleres, oficinas y plataformas que hayan sido empleadas para alguna obra o actividad relacionada con la construcción; todo esto después de su operación, teniendo principal cuidado de retirar y limpiar completamente aquellos materiales que podrían ser peligrosos para la flora y la fauna acuática. Se busca evitar con esto, la generación de un pasivo ambiental que aumente la contaminación de vaso una vez inundado. Para evitar que esto suceda se deberán realizar las medidas durante todo el periodo de construcción y tener lista la limpieza antes del llenado el vaso.

Finalmente en el medio biofísico la afectación sobre la fauna tanto terrestre como acuática se dará a partir de diversas actividades como desmontes, despalmes, rellenos en cuerpos de agua, etc. Se corre el riesgo de una reducción de especies faunísticas terrestres y acuáticas, así como el desplazamiento de especies faunísticas especialmente terrestres hacia otros lugares, fuera del área de afectación. Otro de los mayores impactos es la pérdida de nidos, madrigueras u otros que sirven de refugio a las diversas especies que ahí habitan.

### **VII.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO**

El sitio que ha sido seleccionado para la construcción de la presa, así como el área que se verá impactada por el llenado del embalse no representa un lugar de afectación social muy marcada, la población se encuentra dispersa y en bajo número fuera del área de obras. Las actividades antropogénicas son de perfil muy bajo siendo la agricultura y la ganadería las actividades más preponderantes dentro del marco social y económico en la zona. Sin embargo, la conservación biológica de la zona, se verá alterada con el llenado del embalse, se debe de establecer la posibilidad de que con la implantación de programas se desarrolle la zona económica y socialmente de una manera sustentable. En el ámbito social la mayoría de los impactos presentes son

positivos lo cual representa una oportunidad para el desarrollo armónico de la zona, que mejorarán la región de influencia, dentro de los principales impactos se encuentran el incremento en el crecimiento demográfico, variable importante ya que en las últimas décadas la región ha presentado un moderado crecimiento en el municipio de Pacula. Es importante volver a recalcar que la zona donde se construirá la presa así como la mayor parte del área de influencia posee una densidad poblacional realmente baja, debido a las condiciones topográficas, edafológicas y climáticas adversas de la zona.

A su vez se verán impactos positivos en el empleo dado que con la construcción de la presa se generaran alrededor de 600 empleos directos mas un número elevado de indirectos, el ingreso de los trabajadores y la inversión de la región también se verá mejorado. Finalmente estas variables tendrán impactos positivos sobre los patrones de consumo y uso del tiempo de los habitantes de la región. En general los impactos positivos identificados impulsarán una sustancial mejora en la calidad de vida de la región.

La existencia de población flotante y en tránsito durante la fase constructiva del proyecto provocaría un aumento de demanda de agua para consumo humano y competencia por el recurso.

Con la aparición de los campamentos (en Pacula) donde habitarán los obreros y los ingenieros que trabajaran en la construcción de la presa se crearán riesgos a la salud de la población circundante, así como de los que habitan los campamentos. Para prevenir que esto no ocurra se propone un programa de prevención de enfermedades en cooperación con los servicios de salud de la región. En el cual se debe de contener un perfil epidemiológico de los trabajadores, un catastro torácico y un estudio de morbilidad. También se debe diseñar e implementar campañas de prevención de enfermedades y atención a la salud así como contar con un sistema de atención de emergencias.

Estas medidas prevendrán de enfermedades a los habitantes de la zona y a los trabajadores de la obra, disminuirán los costos médicos y se mejorará la infraestructura de la zona.

La aparición de nueva población en el área del proyecto, generará una saturación de la oferta educativa afectando al sistema sociocultural, sobre todo en Pacula. La forma de mitigar esto es a partir de una ampliación temporal de oferta educativa por medio de creación de aulas temporales, contratación temporal de profesorado y el cuidado de la calidad del servicio educativo ofrecido en la zona

También se recomienda la creación de un programa de vivienda temporal para mitigar la escasez y encarecimiento de la misma que se generará con la construcción del proyecto. Con este programa se creará un fondo para la construcción de viviendas temporales, un esquema de cooperación con el municipio para creación, restauración y adaptación de viviendas. También se elaborarán programas para el abandono de campamentos tomando en cuenta las preferencias sociales a favor de una reutilización parcial. Se deberá exigir a los contratistas el diseño de campamentos tomando en cuenta la posibilidad de reutilizarlos parcialmente.

Sin embargo, se debe de obtener la cooperación del municipio en la definición de lineamientos y programas de cambio de uso de suelo dentro de los planes de centro de población o de los planes parciales o la actualización de los mismos para dar cabida al programa de vivienda.

Estas medidas deberán aplicarse desde el inicio del proyecto hasta cuatro años después de haber iniciado el proyecto. Con estas medidas se mitigará la inflación a nivel local, se ofrecerán viviendas de mejor calidad y se evitan daños a la estructura además de que se gana experiencia local en la gestión de proyectos.

Es de vital importancia el crear una visión donde la construcción del proyecto no dañe de manera sustancial e irremediablemente al entorno social y ambiental de la zona. Para esto es necesario comprender el enfoque que tomará el proyecto una vez que se construya en función simultánea con las medidas de mitigación, corrección, prevención y compensación para cada uno de los impactos significativos. Estas medidas y programas están diseñados para controlar las variables de cambio en la zona y evitar que estas se vuelvan irreparables. La efectividad de estas medidas y proyectos radican en la correcta aplicación de las mismas, su continuación a través del tiempo para el cual han sido diseñadas y bajo los lineamientos adecuados que les permitan ser efectivas. A su vez es muy necesaria una continua revisión de las mismas, no solo para corroborar los métodos adecuados de implantación sino además para reevaluar su efectividad y permitir un rediseño o mejor lo cual asegurará el éxito de las medidas planteadas, por lo que las describimos a continuación:

<b>TABLA. MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR AFECTACIÓN, POR ETAPAS Y FACTOR AMBIENTAL</b>		
<b>IMPACTOS EN EL ÁREA DE AFECTACIÓN DIRECTA AL PROYECTO</b>		
ETAPA: PREPARACION DEL SITIO		
<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>ACTIVIDAD QUE OCACIONARA EL IMPACTO</b>	<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA</b>
<b>FICHA 1</b> Geomorfología	Mantenimiento y rehabilitación de caminos, extracción del material excavado, Apertura y nivelación de plataformas. Socavones	Diversas actividades de obra civil y Reforestación
ETAPA: CONSTRUCCIÓN		

<p><b>FICHA 2</b>  <i>Calidad del Aire</i>                  Emisiones de:                  Partículas, Gases y                  Contaminantes                  gaseosos</p>	<p>Bancos de material, construcción de caminos, obras de cortes, dinamitado, excavación, relleno, operación de maquinaria, producción de concreto, trituración y separación de roca</p>	<p>· Humectar las áreas de los bancos de material, construcción de caminos, sitios de cortes, donde se aplique dinamitado, sitios de excavación y rellenos. · Verificar los niveles de emisión de vehículos Instalar equipo de control de emisiones para polvos en las plantas de producción de concreto. · Instalar equipo de control de emisiones para polvos en las plantas de trituración y separación de roca. · Aplicar programas de mantenimiento a los equipos de combustión.</p>
<p><b>FICHA 3</b>  <i>Geomorfología</i>                  Recursos Minerales</p>	<p>Llenado del embalse</p>	<p>Estudios adicionales en conjunto con el Consejo de Recursos Minerales para establecer con detalle la presencia de mineralizaciones relevantes en la zona a inundar.</p>
<p><b>FICHA 4</b>  <i>Geomorfología</i>                  Depositación de sedimentos</p>	<p>Operación de la zona de talleres</p>	<p>Limpieza de la zona</p>
<p><b>FICHA 5</b>  <i>Suelo</i>                  Erosión,                  Inundaciones,                  Desertificación y                  Contaminación de                  suelos</p>	<p>· Desmontes, despalmes, cortes, excavaciones, nivelaciones. · Habilitación de caminos. · Extracción de áridos (bancos de material). · Levantamiento de la cortina. · Utilización de vehículos de carga y transporte y maquinaria pesada. · Generación de residuos peligrosos.</p>	<p>Instalación de almacenes, correspondientes a combustibles y lubricantes, se colocaran depósitos rotulados con la leyenda "BASURA" y las medidas de mitigación propuestas en las Fichas Técnicas 1 y 2</p>
<p><b>FICHA 6</b>  <i>Hidrología</i>  <i>Subterránea</i>                  Manantialismo</p>	<p>· Llenado del embalse                  · Consumo de agua</p>	<p>Estudio adicional sobre disponibilidad de agua</p>
<p><b>FICHA 7</b>                  Conservación :                  Suelo, Geología,                  Flora y Fauna del                  Área Protegida</p>	<p>Habilitación de caminos de acceso a este punto                  Presencia de personal laboral de la casa de maquinas, cortina y ajenas al proyecto</p>	<p>Restricción al acceso de una de las áreas núcleo de la Sierra Gorda (Área Natural Protegida), aplicando un Programa de Vigilancia Ambiental.</p>

<p><b>FICHA 8</b> <i>Vegetación:</i> Reducción de diferentes tipos de vegetación, de especies bajo estatus de protección y amenazadas, de valor económico y social.</p>	<p>Desmontes, despalmes, apertura habilitación de caminos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de germoplasma y reforestación con especies de que se encuentren en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial</li> </ul>
<p><b>FICHA 9</b> <i>Fauna Terrestre y Acuática:</i> Pérdida de diferentes tipos de hábitats de fauna terrestre y acuática</p>	<p>Desmontes, despalmes, rehabilitación de caminos y zonas inundables, llenado del vaso</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de rescate y reubicación</li> </ul>
<p><b>FICHA 10</b> <i>Socioeconómico</i> · Salud</p>	<p>Permanencia de trabajadores en zona de obra.</p>	<p>Programa de prevención de enfermedades en cooperación con servicios de salud</p>
<p><b>FICHA 11</b> <i>Socioeconómico</i> Salud Educación Servicios públicos Vivienda</p>	<p>Todas las actividades de construcción CC1-CC28 (Ver Matriz Causa-Efecto) Actividades de la construcción CD1-CD33 (Ver Matriz Causa-Efecto) Presencia temporal de familias de algunos trabajadores de la obra CE1-CE33 (Ver Matriz Causa – Efecto)</p>	<p>En diferentes puntos del área de afectación Pacula y Vicente Guerrero en el estado de Hidalgo Jalpan de Serra, en el estado de Querétaro</p>
<p><b>FICHA 12</b> <i>Socioeconómico</i> Patrimonio Cultural</p>	<p>Actividades de construcción CG1-CG33 (Ver Matriz Causa – Efecto)</p>	<p>Identificar y salvaguardar el patrimonio cultural y arqueológico existente en la región del proyecto</p>
<p><b>FICHA 13</b> <i>Socioeconómico</i> Tejido Social</p>	<p>Todas las actividades de la construcción</p>	<p>Instaurar un programa de identificación atención social y manejo de conflictos</p>
<p><b>FICHA 14</b> <i>Socioeconómico</i> Pérdida de suelo y bienes distintos a la tierra</p>	<p>Actividades de la formación del embalse</p>	<p>Compensación económica</p>
<p><b>FICHA 15</b> <i>Socioeconómico</i> · Costo de vida</p>	<p>Actividades de la Construcción BW1-BW33 (Ver Matriz Causa –Efecto)</p>	<p>Generación de empleos para grupos vulnerables</p>
<p>ETAPA: OPERACIÓN</p>		
<p><b>FICHA 16</b> <i>Geomorfología</i> -Laderas</p>	<p>Variaciones en el nivel del embalse</p>	<p>Estabilización o derrumbamiento de laderas</p>

<b>FICHA 17</b> <i>Socioeconómico</i> · Turismo	Formación del Embalse	Sistema de información sobre condiciones para estancias en el área
<b>FICHA 18</b> <i>Hidrología Superficial</i> · Variación del flujo	Formación del embalse y obra de desvío	Se dejara un gasto ecológico en temporal de estiaje para beneficio de la fauna acuática y la vegetación riparia.

## VII.2 PROGRAMAS DE MONITOREO

### VII.2.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE REFORESTACIONES EN EL PH “SANTA CLARA”

Dentro del proceso de reforestación la evaluación de una plantación es solo una etapa, aunque es una actividad que se realiza en un momento determinado, es una actividad dinámica que es necesario realizar frecuentemente incluso antes de haberse establecido la plantación.

La evaluación de una plantación consiste en aplicar cierta técnica para recopilar información de alguna o algunas características particulares de la misma. Tal información es sometida a un análisis, que posteriormente se usará para escoger apropiadamente un plan eficiente de acciones a llevar a cabo en la plantación, tanto en el manejo como en su administración.

El objetivo de la evaluación de las plantaciones en el PH Santa Clara es determinar la condición actual y el potencial del arbolado y demás recursos presentes. La atención primordial de la evaluación del arbolado se centra en la estimación de presencia o ausencia de árboles, su número, distribución y calidad, así como las condiciones de la vegetación competitiva, tasas de crecimiento y composición.

Algunas de las necesidades más importantes de información dentro del proceso de reforestación están relacionadas con el tiempo de ejecución y su profundidad de detalle a la que debe ajustarse el proyecto. Algunas evaluaciones requieren información específica mediante el uso de parcelas de muestreo mientras que otros solo se hacen reconocimiento y observaciones, mismas que en algunos casos son ampliadas con muestras en parcelas aleatoriamente distribuidas.

Dentro de las etapas más importantes de toda la fase de reforestación y manejo de la plantación se distinguen las siguientes:

CONCEPTO	EDAD DE LA PLANTACIÓN
Elaboración de mapa base y croquis donde se establecerá la plantación.	Antes del establecimiento
Preparación del terreno donde se establecerá la plantación.	Antes del establecimiento
Especificaciones de la plantación	1-2 meses
Evaluación de supervivencia, crecimiento y detección de problemas.	Año 1
Requerimientos de tratamientos silvícola y detección de problemas.	Año 1-3

### **VII.2.1.1 Generalidades de evaluación de las plantaciones**

En cualquier tipo de evaluación se pueden cubrir múltiples objetivos; esto es, la evaluación de la supervivencia puede cubrir también el objetivo de conocer la condición de la plantación, su salud e incluso sus existencias y crecimiento.

#### **VII.2.1.1.1 Evaluación de la supervivencia**

Sin duda, el objetivo primordial al establecer una plantación es asegurar un adecuado establecimiento de los arbolitos. La evaluación de la supervivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores como las condiciones de establecimiento, calidad de la planta usada, sistemas de plantación, método de plantación y condiciones ambientales, entre otros. El valor que se desea conocer es la proporción de árboles que están vivos respecto a los árboles efectivamente plantados, la medición se hace a cada árbol. Resulta importante que la evaluación de la supervivencia siempre se relacione con el objetivo de la plantación, algunos autores consideran por ejemplo un valor de 70% de supervivencia puede ser muy apropiado para una plantación con objetivos de protección.

#### **VII.2.1.1.2 Evaluación del estado sanitario**

El objetivo es conocer la proporción de árboles sanos respecto de los árboles vivos. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

#### **VII.2.1.1.3 Evaluación del vigor**

El vigor de la plantación en su conjunto se describe como la proporción de individuos vigorosos del total de los árboles vivos por unidad de espacio y tiempo. Aunque la evaluación es cualitativa, en cuanto a que un árbol es vigoroso o no lo es, se medirá la altura total de la planta, el diámetro y la longitud de su copa, con la finalidad de que en un futuro se pueda proporcionar recomendaciones de la relación diámetro o longitud de copa/altura total para decidir sobre el vigor de un árbol para un especie determinada.

#### **VII.2.1.1.4 Presentación de resultados**

Es una parte importante la presentación de resultados de la evaluación, para ello se presentarán informes periódicos (anuales) y un reporte final. La mayor parte de la información resultante de la evaluación de las plantaciones se presentará mediante figuras, tablas y texto.



Se diseñaran formatos específicos que permitan captar la información necesaria para evaluar la plantación, información general que contendrá se describe a continuación:

**Localización de la plantación:** Lugar donde se desarrollo la plantación, anexando mapas, planos para su localización.

**Nombre y superficie:** Se refiere al nombre o paraje u lugar de obra, especificando el marco geográfico de la plantación (latitud, longitud y altitud)

**Datos del sitio:** Algunas de las características que se pueden presentar en el sitio de plantación como: coordenadas geográficas, porcentaje de pendiente, exposición, textura del suelo, tipo de erosión, etc.

**Establecimiento de la plantación:** Se registrará la fecha de la plantación, nombre científico y común de las especies, la densidad, superficie, arreglo de las plantas.

**Evaluación de supervivencia, crecimiento, estado sanitario y vigor:** Se registra por especie árbol vivo o muerto, altura total en centímetros desde el cuello hasta la yema apical; diámetro al cuello de la planta en milímetros, vigor árbol vigoroso o árbol con vigor regular o malo; estado sanitario, sano, plagado, enfermo, plagado-enfermo, se registra el agente causal.

**Condiciones de protección de la plantación:** Registrando la presencia o no de protección como: cercas de alambre de púas, piedra; protección contra incendios

#### **VII.2.1.1.5 Parcelas de monitoreo**

Se establecerán parcelas permanentes de monitoreo con la finalidad de dar seguimiento al desarrollo de las plantaciones. La ubicación de las parcelas de monitoreo será en localidades que representen las condiciones mas frecuentes de las plantaciones. El número de parcelas será de aproximadamente 10% de la cantidad de sitios de muestreo; la forma serán circulares y tamaño de 1000 m<sup>2</sup>.

Como consideraciones finales se deberá contar con un anexo fotográfico de las plantaciones.

#### **VII.2.2 PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA Y FAUNA EN EL PH "SANTA CLARA"**

Se establecerá un programa de rescate de especies de Flora y Fauna, el cual consistirá en recorridos en campo durante la fase de construcción de las obras y durante el llenado del embalse en donde se rescate el germoplasma e individuos de las especies de flora reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 para su reproducción y/o relocalización fuera de las áreas de trabajo, llevando un registro de las condiciones generales de la ubicación original de los individuos así como su entorno para buscar áreas similares donde se puedan aplicar las acciones de reforestación o

reubicación.

Por lo que respecta a la fauna esta también será rescatada, principalmente reptiles y nidos, los cuales se colocara fuera de la zona de obras y área inundable, también de estas acciones deberán de ser registradas en una bitácora.

Cabe mencionar que las acciones anteriores deberán ser dirigidas por técnicos especialistas en las áreas correspondientes para el manejo de la flora y fauna, y se recomienda involucrar a los pobladores de la zona.

### **VII.2.3 PROGRAMA DE VINCULACIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES DEL P.H. SANTA CLARA CON EL ANP SIERRA GORDA**

Debida a la cercanía del P.H. Santa Clara con el ANP Sierra Gorda se propone el establecimiento de obras y acciones derivadas de sesiones de trabajo por parte del promotor y su grupo técnico en compañía en conjunto del personal del ANP para establecer estrategias que beneficien a ambas partes.

Entre las estrategias propuestas se encuentra el uso y control restringido del camino de acceso estableciendo una caseta de control. Este camino podrá traer beneficios directos al ANP en virtud de que se contraía con un ingreso rápido, seguro y durante todas las temporadas del año al ANP en la zona núcleo, previniendo y atacando de forma rápida y accesible eventos como incendios, cacería furtiva, extracción de flora y fauna de manera ilegal, entre otras.

## **VII.3 CONCLUSIONES**

El proyecto Santa Clara contempla la construcción de una presa de 30 m de altura que se puede considerar como un proyecto de infraestructura de pequeña envergadura, utilizando los escurrimientos del Río Moctezuma mediante la formación de un vaso de almacenamiento que permitirán la generación hidroeléctrica. La superficie inundable asciende a 33 ha en su nivel máximo extraordinario, aclarando que dentro de dicha superficie no se encuentra ningún área habitacional. Este es un proyecto, como ya se dijo, de pequeña envergadura dentro del Sistema Hidroeléctrico del Río Moctezuma y está conceptualizado como planta de generación para horas pico de consumo de energía eléctrica con una potencia de 150 MW con 2 unidades generadoras de 75 MW cada una.

La diversidad de análisis aplicados a los distintos subsistemas que componen el área de estudio del medio físico, natural y social permite comprender la situación que se vive en ella y permite pronosticar los escenarios a futuro, con y sin proyecto, que imperarán en la región. Este mismo sitio geográfico ya se ve afectado por la construcción y operación del P.H. Zimapan (ubicado aproximadamente a 46 km al Sur por la confluencia de los Ríos Tula y San Juan, los cuales forman el Río Moctezuma, donde se ubica la cortina de Zimapan).

El gasto del Río Moctezuma al ser turbinado por Zimapan, resulta favorable para Santa Clara, pues ya no se requiere un gran embalse de almacenamiento por lo que se propone una cortina derivadora que embalsaría solamente 33 ha, sin uso agrícola y deshabitada.

Dentro del Sistema Regional Ambiental (60 333 ha), el subsistema terrestre presenta dos escenarios sin proyecto, uno con buenas condiciones de conservación y con pocas actividades antrópicas, que son principalmente las áreas de barrancas y cañones del Río Moctezuma y sus afluentes, presentándose en éstas las pendientes más severas y es donde se ubicará el proyecto en cuestión; aunque sus características climáticas y el relieve pueden reflejarlo como frágil, la poca presencia humana y la inaccesibilidad de los terrenos equilibran su vulnerabilidad.

En el otro escenario donde las pendientes son menos severas, existe una mayor densidad de población y las actividades antrópicas en algunas partes son intensas, siendo las principales la agricultura de temporal, huertas, forestería a pequeña escala y ganadería extensiva; razón por la cual estas áreas ya presentan efectos de deforestación, sobrepastoreo y erosión.

Actualmente en el primer escenario (área de cañones y barrancas) predominan los procesos naturales, a diferencia del otro, donde las actividades humanas afectan de manera *in situ*.

El área donde se ubicará el proyecto (cañones y barrancas) se puede categorizar como una zona aislada por su sensibilidad ambiental, en donde los factores antes referidos hacen difícil la existencia de áreas susceptibles a las actividades antrópicas; por lo que se puede aseverar que a la fecha ya se han aprovechado la totalidad de los terrenos que pueden ser empleados en las actividades del sector primario.

Por las condiciones de la zona de cañones y barrancas es difícil implementar programas que puedan incrementar la productividad agropecuaria.

En el medio socioeconómico la baja densidad poblacional en el sistema ambiental se encuentra determinada también por condiciones de relieve, clima y fuertes pendientes, que hacen inaccesibles muchos de los terrenos y las altas temperaturas, principalmente a las altitudes más bajas, hacen que el rendimiento de las actividades agropecuarias sean bajos. Derivado además de las pocas vías de comunicación y la dificultad para proveer servicios educativos y de salud entre otros.

En la actualidad el subsistema acuático está determinado por factores exógenos; la calidad de agua y el régimen hidrológico del Río Moctezuma, en el tramo que comprende el sistema ambiental, está condicionado por la mala calidad de ésta derivado de las descargas procedentes del P.H. Zimapan (el embalse de Zimapan proviene principalmente del Río Tula, que son aguas residuales de la ciudad de México). Por lo consiguiente los actuales componentes bióticos del río y condiciones físico químicas del agua están vinculados en función directa a la existencia y operación de la Presa de Zimapan.

En la parte terrestre es el relieve, el clima y el suelo, los elementos determinantes

del tipo de vegetación y fauna, además del aprovechamiento agropecuario y forestal que se puede tener en los terrenos y por lo tanto, del crecimiento económico y la dinámica poblacional.

De acuerdo con los pronósticos realizados, la calidad esperada para la mayoría de los componentes del entorno no presenta diferencias sustantivas con la calidad que se esperaría en un futuro, sin la ejecución del proyecto, a excepción del componente agua y en menor medida, a la biota. Los cambios de mayor relevancia que se esperan serán, en la calidad de agua que contendrá el embalse debido al cambio de régimen del escurrimiento, aunque esto se va a presentar en una pequeña parte, ya que éste es muy pequeño y la inundación de 33 ha de superficie que ocasionará la pérdida de terrenos forestales, en su mayor parte cubiertos por selva baja original, será mínimo.

Al construirse este pequeño embalse que derivará una parte de su gasto para la producción de energía eléctrica, afectará el régimen hidráulico en una longitud de 11 km del cauce del Río Moctezuma, por lo que será ésta una de las principales afectaciones e impactará en menor magnitud la parte final de este tramo, a partir de donde entronca el Río Extoraz con el Moctezuma; una vez turbinada el agua que se utilizará en la generación de energía eléctrica, volverá al mismo Río Moctezuma por lo que la modificación a la estructura o funcionamiento del sistema ambiental será mínima.

En el terreno social, el flujo de trabajadores durante la etapa de construcción del proyecto (se crearán más de 600 empleos directos), podrá generar cambios en la estructura social y económica de la región. El reto será aprovechar las condiciones que se generen con el proyecto para que las diferentes comunidades obtengan un beneficio del desarrollo de la obra.

El cambio hidrológico presenta muy poca relevancia sobre la biota terrestre, dado que solo la vegetación que crece en el margen del río en la zona entre la toma y descarga de los túneles de desvío y la derivación hacia las turbinas, presentará un efecto adverso (la vegetación que cubre el resto del cañón no tiene una dependencia directa del flujo del río). Los aportes de agua hacia el Río Moctezuma derivado de las actividades de construcción y la presencia de trabajadores no generará una modificación apreciable en la calidad del agua del río.

En el medio terrestre el desarrollo de la obra será mucho más notorio, ya que se desmontarán aproximadamente 133 ha de terrenos cubiertos principalmente por Selva Baja Caducifolia y parte de Bosque de Encino (camino de acceso), eliminando también el escaso suelo que lo cubre, y aumento su prospección a la erosión. Estas obras tendrán un efecto mínimo sobre terrenos que tienen un aprovechamiento agropecuario, sin embargo el camino de acceso comunicará un área del cañón que era prácticamente inaccesible llegando este camino a pocos metros de un área núcleo de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, que se encuentra ésta en la margen izquierda del Río Moctezuma.

Se prevé que a nivel del sistema ambiental se incremente la tendencia de deforestación en las áreas aledañas a este camino de acceso y pueda ser una amenaza a la estabilidad a una área núcleo de la Reserva colindante con la casa de máquinas, río de por medio, ya que podrá tener un flujo importante de población

directa o indirecta durante la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico. Aunque no es posible establecer un número, se prevé que una parte importante de los campesinos que actualmente habitan en la zona, se incorporarán a la construcción de la obra, disminuyendo la presión sobre la vegetación y el suelo, por actividades agropecuarias que hoy desarrollan. Adicionalmente se puede considerar que las áreas ahora ya comunicadas por el camino de acceso, factibles de realizar alguna explotación agropecuaria estarán muy limitadas por las condiciones topográficas (pendientes muy fuertes), de suelo (muy somero) y climáticas (muy extremo que genera bajo confort); sin embargo la extracción forestal para postería y herramientas se verá incrementada.

La superficie total que se afectará (133 ha) representa un área mínima con respecto a la extensión total de la Selva baja caducifolia (tipo de vegetación que se va a eliminar principalmente) en el cañón del Río Moctezuma o en el sistema ambiental, por lo que no hay ninguna amenaza a los hábitats presentes. Las poblaciones de las poblaciones protegidas o endémicas tampoco resultaran amenazas debido a la amplia distribución que tienen en el sistema ambiental.

Los posibles efectos de la construcción sobre la estabilidad de los terrenos estarían limitados al área del polígono de obras como producto del uso de explosivos y la realización de cortes y nivelación del terreno; bajo ningún concepto se prevé que se pudiera ocasionar un cambio que pudiera trascender hacia otras zonas.

Otro punto de interés en este sentido es el desarrollo de cortes y taludes por la construcción de caminos, principalmente el de acceso lo cual podría ocasionar deslizamientos o movimientos de tierra, pero al igual que la zona de obra, estos eventos no trascendería mas allá de la periferia de los caminos.

En ambos casos y con el fin de evitar complicaciones en el desarrollo de las obras el promovente tomara las acciones para prevenir estos problemas, a pesar de que se modificaran los patrones de drenaje y erosión/depositación de sedimentos de la red de drenaje afectada por obras y actividades (incluyendo caminos), estos cambios se darán de manera intensa pero reversibles.

Desde el punto de vista ambiental, la etapa de llenado del embalse será la que tendrá mayor repercusión, tanto en el subsistema acuático como terrestre debido a la interrupción y derivación del flujo de agua, así como la superficie a inundar, aunque su extensión se considera casi como puntual por sus pequeñas dimensiones. También el tiempo de llenado será mínimo por la pequeña capacidad que tiene este embalse.

El cuerpo de agua que pasará de un sistema lóxico a léxico, tendrá una profundidad máxima de 30 m y con un tiempo promedio de retención de 8 meses. La formación del cuerpo léxico favorecerá condiciones de eutricación, anoxia, evaporación y generación localizada de gases de invernadero (en etapas posteriores se transformarían en condiciones muy puntuales de entrapamiento de carbono en los sedimentos acumulados).

Estos efectos antes mencionados, aunque se presentarán, serán de muy poca importancia con respecto al sistema ambiental por lo pequeño del embalse que estará sujeto al flujo hidráulico del P.H. Zimapan.

La calidad escénica no se verá afectada más que en la etapa de construcción, ya que lo reducido del embalse que en otros casos significaría una mejora sustancial, en éste no contribuirá en gran medida a este factor porque solamente tendrán acceso el personal que construya y opere la obra, ya que su acceso será por el túnel construido desde la casa de máquinas y estará restringido solo al personal antes mencionado.

La mayor afectación a este factor será el camino de acceso que tendrá una longitud de 16 km y por sí mismo éste podría atraer la llegada de gente a la zona, pero se prevé que éste sea restringido solo a personal autorizado por la amenaza que constituye un flujo mayor de población al área núcleo de la Zona Protegida Sierra Gorda en el Estado de Querétaro.

El llenado del embalse no modificará los procesos ni la estructura del subsistema terrestre en la región, si bien la superficie de inundación será de 33 ha, es mínima con respecto al sistema ambiental de más de 60 000 ha. Debido a la amplia distribución de la Selva Baja que es la principal asociación vegetal afectada, así como las especies de flora y fauna silvestre con estatus de protección endémica o de relevancia económica en todo el sistema ambiental, no se pone en riesgo ningún hábitat o población; por otro lado el embalse no interrumpe la continuidad de los ecosistemas que se presentan a lo largo del cañón del Río Moctezuma y por lo tanto se conserva el corredor biológico que existe a lo largo de éste.

Finalmente con el embalse se podrán incrementar pequeñísimos microsismos inducidos y algunos desplazamientos de masa, pero éstos no serán significativos ni representarán un riesgo mayor para el desarrollo del proyecto ni para la población.

Una vez concluido el llenado del embalse iniciará la operación de la central hidroeléctrica con lo cual se tendrá la mayor parte del año una descarga durante 4 horas del día y no habrá descarga durante las 20 horas restantes. Esta actividad tendrá su mayor relevancia ambiental por la derivación al túnel de conducción a la casa de máquinas, teniendo su salida 11 km aguas debajo de la obra de embalse, siendo este tramo, como ya se dijo, el Río Moctezuma el que recibirá uno de los impactos más significativos.

#### **VII.4 BIBLIOGRAFÍA**

Almorox J.; 2002. Evaporación Potencial según Thornthwaite. Universidad Politécnica de Madrid

Departamento de Edafología ETSI Agrónomos.  
<http://www.eda.etsia.upm.es/climatologia/evapotranspiracion/Thornthwaite.htm>

Alpers C., Hunerlach P. M., 2000. Mercury Contamination from Historic Gold Mining in California Fact Sheet FS-061-00. U. S. Geological Survey.  
<http://ca.water.usgs.gov/mercury/fs06100.pdf>

Argüelles E., Fernández R., Zamudio S. 1991. Flora del Bajío y de Regiones adyacentes. Listado Florístico del Estado de Querétaro.

- . Banco Mundial (1991). Environmental Assessment Sourcebook. Vol. I, II y III. Environmental Department.
- . Behler, J. L. y F. W. King. 1987. The Audubon society field guide to North american Reptiles and Amphibians, 4th Ed. Alfred A. Knopf, New York.
- . Behler, J. L. y F. W. King. 1987. The Audubon society field guide to North American Reptiles and Amphibians, 4th Ed. Alfred A. Knopf, New York.
- . Burch, J. B. y A. Cruz-Reyes. 1987. Clave Genérica para la Identificación de Gastrópodos de Agua Dulce en México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- . Canter L. (2000) Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mc. Graw Hill.
- . Cartas topográficas digitales Esc: 1:250,000. F14-10 Querétaro.
- . Cartas topográficas digitales Esc: 1:250,000. F14-11 Pachuca.
- . Cartas topográficas digitales Esc: 1:250,000. F14-7 Guanajuato.
- . Cartas topográficas digitales Esc: 1:250,000. F14-8 Cd. Valles.
- . CEA, 1998; Plan Hidráulico Estatal. Comisión Estatal de Agua, Querétaro. Estimación de la disponibilidad de agua superficial en la cuenca del Río Extóraz. Región hidrológica 26 . Río Pánuco.
- . CEA, 2000; Estimación de la Disponibilidad de agua superficial en la cuenca del río Extóraz Región Hidrológica 26 Río Pánuco.
- . CEA, 2003. Plan de Saneamiento de la Ciudad de Querétaro y Zona Conurbada 2003-2006.
- . CEA-UAQ, 2002; Estudio Integral del Recurso Agua en los Acuíferos del Estado de Querétaro, realizado por la Universidad Autónoma del Estado de Querétaro.
- . Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los Mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM. Mexico D. F.
- . Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los Mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM. México D. F.
- . CESPEDDES 1991; Índice de sustentabilidad ambiental comparada en las entidades federativas de México.
- . CFE 1997. Estudio Florístico del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán. Anexo 3A. Condicionantes en Materia de Impacto Ambiental. Proyecto Hidroeléctrico Zimapán. Residencia General de Construcción. Gerencia de Construcción. Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos. Subdirección de Construcción. 25 p.
- . CFE 1997. Fenología y Distribución de las Especies Con Estatus de Conservación del P. H. Zimapán. Anexo 11. Condicionantes en Materia de Impacto Ambiental. Proyecto Hidroeléctrico Zimapán. Residencia General de Construcción. Gerencia de Construcción. Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos. Subdirección de

Construcción. 15 p.

. CFE 1997. Inventario de la Herpetofauna del Área de Influencia del P. H. Zimapán. Anexo 15A. Condicionantes en Materia de Impacto Ambiental. Proyecto Hidroeléctrico Zimapán.

. CFE 1997. Inventario de la Mastofauna del Área de Influencia del P. H. Zimapán. Anexo 15B. Condicionantes en Materia de Impacto Ambiental. Proyecto Hidroeléctrico Zimapán. Residencia General de Construcción. Gerencia de Construcción. Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos. Subdirección de Construcción. 11 p.

. CFE 1997. Inventario de las Comunidades de Ictiofauna del Área de Influencia del P. H. Zimapán. Anexo 15C. Condicionantes en Materia de Impacto Ambiental. Proyecto Hidroeléctrico Zimapán. Residencia General de Construcción. Gerencia de Construcción. Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos. Subdirección de Construcción. 10 p.

. CFE, 2001. Análisis del peligro geológico asociado a la presencia del fracturamiento regional y actividad sísmica con relación al proyecto Extóraz, estado de Querétaro. Subgerencia de Exploración Geológica y Geofísica, Dpto. Sismotectónica.

. CFE-CEA.; 2000. Estudio de Ingeniería Básica del Proyecto "Abastecimiento de Agua Potable en Querétaro, Qro.

. Chapman, C. Water quality assessments. Aguide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman and Hall. USA. 585

. CNA, 2000. Ley Federal de derechos en Materia de Agua. Gerencia de Recaudación y control, dependiente de la Subdirección General de Administración del Agua. Marzo de 2000.

CONABIO, 2002. Proyecto P075 "Escalas y la diversidad de mamíferos de México" y CONABIO (sobreposición con información cartográfica, nombre comunes y liga con la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN PARA LAS AVES Y MAMÍFEROS SILVESTRES DE MAYOR COMERCIO EN MÉXICO PROTEGIDOS POR LA CITES).  
..[http://www.conabio.gob.mx/informacion/cgibin/mam\\_sel.cgi?Zn=507.22435.\(-99.25,21.25\)](http://www.conabio.gob.mx/informacion/cgibin/mam_sel.cgi?Zn=507.22435.(-99.25,21.25))

. CONABIO, 2002. Regiones Terrestres Prioritarias de México/Sierra Gorda - Río Moctezuma; [http://www.conabio.gob.mx/rtp/fichas/rtp\\_101.pdf](http://www.conabio.gob.mx/rtp/fichas/rtp_101.pdf)

. CONACULTA-INHA. 2002. <http://www.cnca.gob.mx/cnca/inah/zonarq/ranas.html>.

. CONAP-CNA, 1990. Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación municipal; Consejo Nacional de Población & Comisión Nacional del Agua.

. COREMI (1992), Monografía Geológico Minera del estado de Querétaro. Consejo de Recursos Minerales.

. Correll, J. & M. Johnston. 1970. Manual of Vascular plants of Texas. Texas



Research Foundation. Renner, Texas.

Council of Mineral Resources. 1992 Monografía Geológico-Minera del Estado de Querétaro.

Council of Mineral Resources. 1998. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 1999 edition. Bancomext, SNC, 1998.

Council of Mineral Resources. 1999. Directorio de la Minería Mexicana.

Cox G. W. 1967. Laboratory Manual of General Ecology. William C. Brown Co. Publishers. United State of America.

DOF (13/ Dic/1989). Criterios ecológicos de calidad del agua. Diario Oficial de la Federación.

DOF (3/Nov/1920).- Declaración de que las aguas del río Extóraz en el estado de Querétaro son propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación.

DOF (31/01/2003) Segunda Sección.- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.- Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. Diario Oficial de la Federación.

Enciclopedia de los Municipios de México; Querétaro; 1999. Centro Nacional de Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Querétaro <http://www.e-local.gob.mx/enciclo/queretaro>.

Enciclopedia Temática del Estado de Querétaro,1995. Universidad Autónoma del estado de Querétaro- Academia Queretana de Estudios Humanísticos, AC.

Equihua, M. et al. 1994. Estudio de Río Moctezuma-Estóraz. Estudio Parcial. Instituto de Ecología, A.C.

Español Cano S., 2001. Toxicología del Mercurio. Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental. Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera Iberoamericana. Septiembre 26, 27,28 de septiembre, 2001. Lima-Perú. <http://www.gamaperu.org/jornada-hg/español.pdf>

Flores, E.R. 1991. Fauna Bentónica del Lago de Chapala. Inst. de Limnología. Universidad de Guadalajara.

Galindo I. & Chavez A. 1977. Estudio del Clima solar en la República Mexicana . Instituto de Geofísica UNAM-Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.

Gentry HS. 1982. Agaves of continental North America. The University of Arizona Press. U.S.A

Gobierno del Estado de Querétaro, 2000. Pinal de Amoles Querétaro, México. <http://www.queretaro-mexico.com.mx/pinal-amoles/>

- . González de Vallejo L., Ferrer M., Ortuño L. y Oteo C.;2002, Ingeniería Geológica. Pearson Education. Prentice Hall.. Madrid. 744 pp.
- . Howell, S.N.G. y Webb , S. 2001 A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, Nueva York. <http://www.actualidaddermatol.com/art3195.pdf>
- . Hydro Québec (2001), Summary of knowledge acquired in Northern Environments from 1970 to 2000.
- . INE (2000) Status of Mercury in Mexico. First Draft (June 2000). Instituto Nacional de Ecología Compilación de datos y preparación del reporte: José Alfredo Ramírez Álvarez, consultor independiente, José Castro Díaz y Rocío Alatorre Eden Wynter.
- . INEGI, 1985. Manual de Estadísticas Básicas del Estado de Querétaro; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- . INEGI, 1990. Guanajuato Síntesis de resultados XI Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- . INEGI, 1994. Informe sobre la historia de la producción de mercurio en México.
- . INEGI, 1996. Cuaderno Estadístico Municipal San Joaquín Estado de Querétaro. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- . INEGI, 1999. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- . INEGI, 1999. Cuaderno Estadístico Municipal Pinal de Amoles Estado de Querétaro. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- . INEGI, 2000. Anuario Estadístico del Estado de Querétaro. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- . INEGI, 2001. Querétaro en tu estado, Biblioteca electrónica. Instituto Nacional de Ecología Geografía Informática. <http://qro.inegi.gob.mx/>
- . INEGI. 1999. Cuaderno Estadístico Municipal de Querétaro Estado de Querétaro. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- . INHA, 2001.Ranas [http://www.inah.gob.mx/index\\_.html](http://www.inah.gob.mx/index_.html)
- . INHA. 2001.Toluquilla. [http://www.inah.gob.mx/index\\_.html](http://www.inah.gob.mx/index_.html)
- . ITESEM-CEE, 2000. Evaluación Socioeconómica del Proyecto Abastecimiento de Agua Potable de Querétaro, Qro.
- . León P., L. 1986. Distribución altitudinal de los murciélagos en el noreste de

- Querétaro. Tesis Profesional (inédita), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Leopold, A. Starker. 1985. Fauna Silvestre de México. Editorial Pax-México.
- Lind, O. T. 1985. Handbook of Common Methods in Limnology. 2a edición. Kendall/Hunt Publishing Company.USA.
- Lindegard, C., K. P. Brodersen, P. Wiberg-Larsen & J. Skriver. 1998. Multivariate
- Macan, T.T. 1970. Biological studies of the English Lakes. Longman Group. U.K.
- Márquina R. E., 1997. Municipio de Pinal de Amoles; Gobierno del Estado de Querétaro, H. Ayuntamiento de Pinal de Amoles & Cultura en Querétaro.
- Masera O. , Astier M. Y López-Ridaura S. ;2000. Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales.
- El marco de evaluación de MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable, A. C. México.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez H. 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales No. 2.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez H. 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales No. 2.
- Merrit, R.W. & K.W. Cummins. 1996b. Introduction to aquatic insect of North America. Third edition. Michigan University. USA.
- MMA (2000) Guías Metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Grandes Presas. Serie Monografías. Ministerio del Medio Ambiente. Dirección. Gral. De Calidad y Evaluación Ambiental.
- Modificación a la NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. 20-Oct-2000. 49 2
- National Geographic Society. 1987. Field guide to the Birds of North America, 2nd Ed. National Geographic Society, Washington.
- National Geographic Society. 1987. Field guide to the Birds of North America, 2nd Ed. Nacional Geographic Society, Washington.
- Navarro, Adolfo, Blanca E. Hernández y Hesiquio Benitez. 1993a. Listados Faunísticos de México IV. Las Aves del Estado de Querétaro. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F.

- Pastakia C. M.R., Kristian N. 1995; 11 Agern Alle, DK 2970 - Horsholm, Denmark Stockholm Water Conference Water Quality Institute., Agust,1995.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1987. Mexican birds, Peterson Field Guides. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1987. Mexican birds, Peterson Field Guides. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Picazo S. , Fernández V.; 2001. Fuentes Naturales y Antropogénicas de los Mercuriales. Perfeccionamiento y puesta al día en dermatología.
- Rabinowitz, D., S. Cairns y T. Dillon. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. Pp. 182-204. In: M. Soule (ed.) Conservation Biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Rabinowitz, D., S. Cairns y T. Dillon. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. Pp. 182-204. In: M. Soule (ed.) Conservation Biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología, UNAM. Mexico D. F.
- Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología, UNAM. México D. F.
- CFE. Manual de diseño de obras civiles. A.2.3 Conducciones a presión, capítulo 3.4.
- CFE. Manual de diseño de obras civiles. A.2.6. Golpe de ariete, capítulo 6.2.1 figura III.3.
- C.N.A. Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Capítulo 3.5. Nov-2000.
- Enciclopedia Temática del Estado de Querétaro,1995. Universidad Autónoma del estado de Querétaro- Academia Queretana de Estudios Humanísticos, AC. Estudio de riesgo ambiental Nivel 2 Potabilizadora del Proyecto Presa Extóraz, Qro. 119 Gobierno del Estado de Querétaro,1998. Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 1998-2003.
- Gobierno del Estado de Querétaro,2002. Estudio para El Ordenamiento Ecológico Regional del Corredor Galeras-Cadereyta.
- Romero Rojas Jairo A. Potabilización del agua. 1999.
- Álvarez, J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Ser. Inv. Pesq., Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México. 166p.
- Álvarez-Guerrero, C. y R. Lamothe-Argumedo. 2000. Larvas de Gnathostoma sp. En

peces estuarinos de Nayarit, México Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 71(2): 179-184.

Baillie, J. and B. Groombridge. 1996. 1996 IUCN red list of threatened animals. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Switzerland. 368 pp.

Baillie, J.E.M., Hilton-Taylor, C. and Stuart, S.N. (eds) 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Barbour, C. D., and S. Contreras-Balderas. 1968. *Algansea monticola*, a new cyprinid fish from the Pacific slope of Central México. Proc. Biol. Soc. Wash. 101-108.

Bean, T. H. 1880. Descriptions of two species of fishes collected by Prof. A. Dugés in Central Mexico. Proc. U. S. Natl. Mus. 302-305.

Bibby, C.J., N.D. Burgess y D. A. Hill. 2000. Bird Census Techniques. Academic Press: Londres, Reino Unido.

Boitani, L. and T. K. Fuller. 2000. Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences. Columbia University Press, New York, USA. 442 pp.

Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala, A. C., UNAM. 502 pp.

Del Coro Arizmendi, M., L. Marquez-Valdema y J. F. Ornelas. 2002. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. En: F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avenidaño (Editores). Historia Natural de Chamela, Instituto de Biología, UNAM, México. 297-329.

Espinosa-Perez, H. , M. T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993. Listados faunísticos de México: III Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Instituto de Biología, UNAM, México.

Espinosa-Perez, H., L. Huidobro-Campos y P Fuentes-Mata. 2002. Peces continentales de la región de Chamela. En: F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avenidaño (Editores). Historia Natural de Chamela, Instituto de Biología, UNAM, México. 245-250.

Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: Distribución y endemismos. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores), Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución, Instituto de Biología, UNAM, México. 251-278.

Fowler, J., L. Cohen y P. Jarvis. 2004. Practical statistics for field biology. John Wiley & Sons: Chichester, Reino Unido.

García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los anfibios y reptiles de la costa de Jalisco. Fundación Ecológica Cuixmala, A. C., Instituto de Biología, UNAM,

México.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Segunda Edición, Ediciones Mundi-Prensa, S. A., México.  
Guerrero, S. y F. A. Cervantes. 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del estado de Jalisco, México. *Acta. Zool. Mexicana* (n. s.), 89:93-110.

Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, Inc., Second Edition, Menlo Park, CA. 620 pp.

Lamothe-Argumedo, R. 2003. La gnatostomiasis en México: un problema de salud público. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoolología* 74(1): 99-103.

Lloyd, M., R. F. Inger y F. W. King. 1968. On the Diversity of Reptile and Amphibian Species in a Bornean Rain Forest. *Am. Nat.* 102:497-515.

Lyons, J. y N. Mercado-Silva. 1999 Patrones taxonómicos y ecológicos entre comunidades de peces en ríos y arroyos en el oeste de Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Autónoma de México. Serie Zoolología* 70 (2) 169-190.

Meek, S. E. 1904. The Freshwater Fishes of Mexico North of the Isthmus of Tehuantepec. *Field Col. Mus. Chicago, Publ. Zool. Ser.*, V:1-252.

Miranda, A. 2002. Diversidad, historia natural, ecología y conservación de los mamíferos de Chamela. En: F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (Editores). *Historia Natural de Chamela*, Instituto de Biología, UNAM, México. 359-377.

Raman, T.R.S. 2003. Assessment of census techniques for interspecific comparisons of tropical rainforest bird densities: a field evaluation in the Western Ghats, India. *Ibis* 145:9-21.

Ramírez-Bautista, A. y A. García. 2002. Diversidad de la herpetofauna de la región de Chamela. En: F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (Editores). *Historia Natural de Chamela*, Instituto de Biología, UNAM, México. 251-264.

Reading, C. J. 1997. A Proposed Standard Method for Surveying Reptiles on Dry Lowland Heath. *Journal of Applied Ecology*.34: 1057-1069.

Scott, M.J., F.L. Ramsay y C.B. Kepler. 1981. Distance estimation as a variable in estimating bird numbers. *Studies in Avian Biology* 6:334-341.

Sutherland, W.J. 1996. *Ecological Census Techniques: a Handbook*. Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido.

Wilson, D. E., F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, and M. S. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press, New York, USA. 409 pp.

Argüelles, E., R. Fernández, S. Zamudio. 1991. Listado Florístico Preliminar del Estado de Querétaro. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Fascículo complementario II. Instituto de Ecología A. C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán. 155 pp.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pags. 407-410.

Lot, A. y F. Chiang (Coms.)1986. Manual del Herbario: Administración y Manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos.

Departamento de Botánica. Instituto de Biología, UNAM. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. 142 pp.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28: 29-179.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Diario Oficial de la Federación 6 de marzo de 2002. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 83 pp.

Pennington, T.D., J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. 3ra Edición. UNAM-FCE. México.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan. Tomo 9(1): 1-23.

Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica de las Compositae mexicanas. Ciencia, Mex. 27: 123-132.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana 14:3-21.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro. 1406 pp.

Standley, P.C. 1920-1926. Trees and Shrubs of México. United States National Musueum Contributions., vol. 23, partes I-V.

Suárez-Ramos, G., V. Serrano-Cárdenas, P. Balderas-Aguilar y R. Pelz-Marín. 2004. Atlas de Malezas Arvenses del Estado de Querétaro. UAQ-CONABIO-ITESM-IPN. México.

Walter, K. S. y H. J. Gillett (eds.) 1998. 1997 IUCN red list of threatened plants. Compiled by the World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge, U. K. 862 pp.

