

## RESUMEN EJECUTIVO

### A) DECLARACIÓN DEL AVANCE QUE GUARDA EL PROYECTO AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

El avance que guarda el proyecto es de 0%, hasta el momento de la elaboración del presente **Estudio de Impacto Ambiental** para el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico Atexcaco (PH Atexcaco). Manifestándose que no se llevará a cabo obra o actividad alguna hasta recibir el dictamen por parte de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

### B) TIPO DE OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PRETENDE LLEVAR A CABO.

El sitio del proyecto se ubica sobre las márgenes de los ríos Acateno, Calapa, Atexcaco, Xiucayucan, Xomiaco, Puxtla y Colaxtitla, afluentes del río Apulco formador del río Tecolutla (**figura R.1**), en los municipios de Hueyapan, Tlatlauquitepec y Yaonáhuac, en el Estado de Puebla.

El "**Proyecto Hidroeléctrico Atexcaco**", se localiza en las siguientes coordenadas geográficas extremas (**tabla R.1**).

**Tabla R.1. Ubicación geográfica del sitio de estudio.**

Coordenadas geográficas extremas		
Latitud norte	19°51'47"	19°55'45"
Longitud oeste	97°24'5"	97°28'49"

El predio ocupa una superficie total de 31,658 has.

En La **figura R.1** se presenta la ubicación geográfica de los sitios del proyecto en plano topográfico a escala 1:50,000.



El proyecto prevé la captación de los escurrimientos en cada sitio mediante la construcción de Obras de Toma Derivadoras (OTD) algunas ya existentes. La conducción se realizará mediante túneles, algunos de los cuales se encuentran en operación. El caudal se llevará hasta la presa existente Talconapan, conducidas por un canal derivador hasta un tanque regulador y posteriormente por una tubería a presión hasta la casa de máquinas. Una vez las turbinas generen electricidad, esta será conducida por una línea de transmisión hasta la Subestación Eléctrica Hueyapan II.

El proyecto se divide en tres partes, de las cuales dos se ubican en las márgenes izquierda y derecha y, una última correspondiente a la línea de transmisión de casa de máquinas hasta la subestación Hueyapan II.

La primera parte corresponde a la margen izquierda, en donde se captan los escurrimientos de varias corrientes del río Xiucayucan antes de llegar a la toma derivadora Atexcaco. La segunda , margen derecha, parte corresponde a los volúmenes captados en la derivadora “Calapa” que provienen de las presas derivadoras Acateno 1 y Acateno 2, y que son descargados al arroyo Cuauhteno y de ahí derivados al Atexcaco, más el propio volumen del río Atexcaco, hasta la presa derivadora “Talconapan”. La **tabla R.2** muestra las corrientes que conforman el sistema de las dos márgenes. Asimismo, la **figura R.2** muestra el sistema en su conjunto.

**Tabla R.2. Arroyos dentro del sistema de captación.**

Margen	Arroyos	Observaciones
Izquierda	Buenavista	Sus escurrimientos se integran a los del Xiucayucan
	Xiucayucan	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
	Xomiaco	Para caudal ecológico.
	Tuxtla	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
	Tetela	Para caudal ecológico.
	Colaxtitla	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
Derecha	Xaltahuatl	Se deriva en la presa Acateno 1.
	Xoloatl	Se deriva en la presa Acateno 2.
	Calapa	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
	Atexcaco	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.

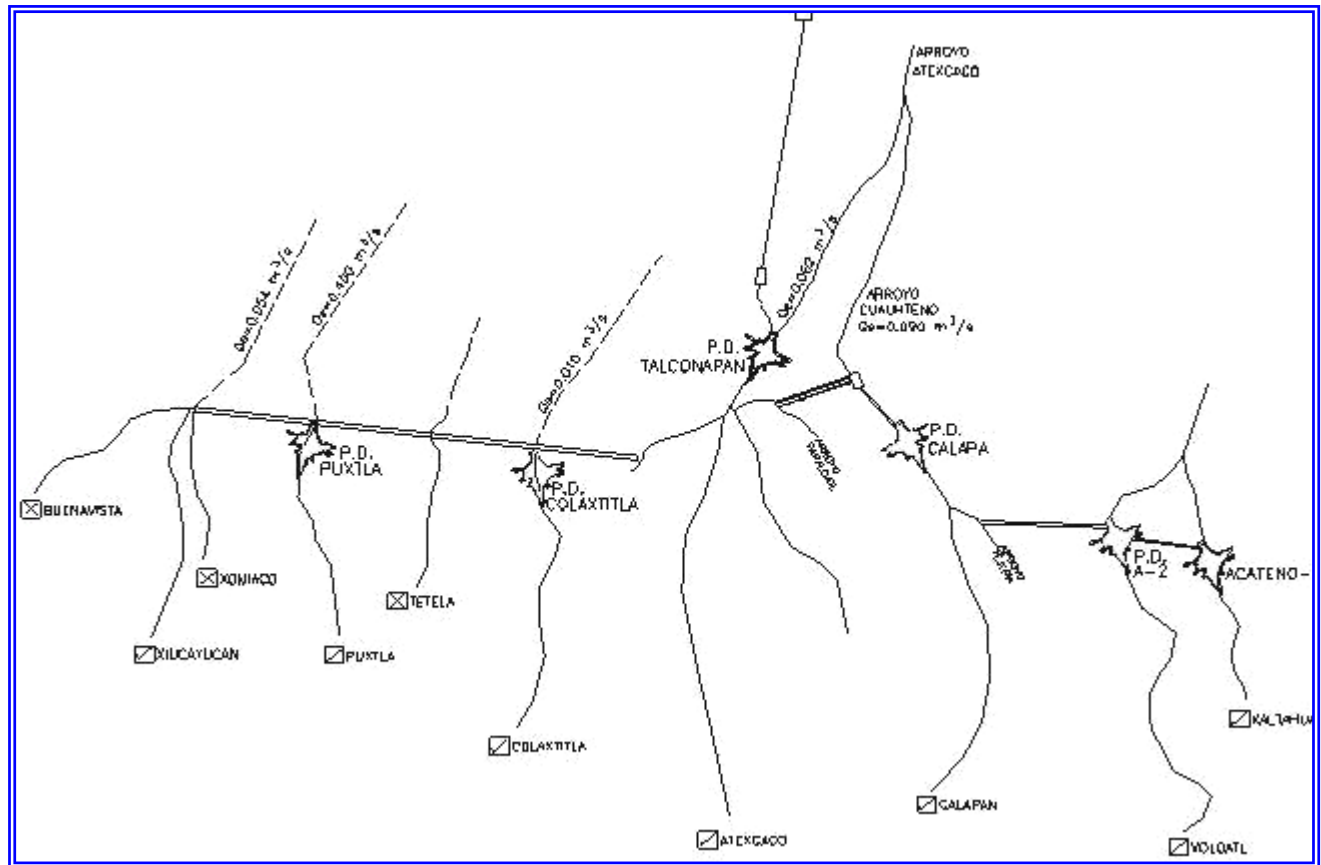


Figura R.2. Esquema general de captación de los arroyos para el sistema Atexcaco.

Asimismo, se pretende la realización de la Línea de Transmisión que va de la Casa de Máquinas a la Subestación Eléctrica Hueyapan II, para lo cual se llevó a cabo el levantamiento topográfico para la delimitación del derecho de vía, así como del estudio geológico de la zona.

### Dimensiones del proyecto.

La superficie requerida para el establecimiento de las diferentes obras suma un total de 31,65 has y el requerimiento de cada obra, es como se muestra en la **tabla R.3**.

**Tabla R.3. Superficie requerida en las diferentes obras del proyecto.**

OBRAS	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (has)	SUPERFICIE OBRAS PERMANENTES (has)	SUPERFICIE POR AFECTAR (has)
Para el aprovechamiento de los ríos Xiucayucan y Puxtla	O.T. D. Xiucayucan	4,000	4,000	
	O.T. D. Tuxtla	0,818	0,818	
	Conducción Xiucayucan – Puxtla (canal y túnel)	4,180	4,180	
	Conducción Puxtla - Colaxtitla (canal y túnel)	5,006	5,006	
	Acondicionamiento de caminos de acceso	7,420	7,420	7,420
De ampliación	O.T D. Colaxtitla	0,150	0,150	0,150
	Canal Colaxtitla - Punto de Intersección (Chonchamo)	0,328	0,328	0,328
	Canal Punto de Intersección-Tanque de Regulación	0,156	0,156	0,156
	Tanque de regulación	0,260	0,260	0,260
	Tubería a presión	0,830	0,830	0,830
	Casa de Máquinas	0,160	0,160	0,160
Para todas las obras	Bancos de Material (extracción y depósito)	8,350	8,350	8,350
	<b>TOTAL</b>	<b>31,658</b>	<b>31,658</b>	<b>31,658</b>

**Inversión requerida.**

Se estima una inversión aproximada de 133,67 millones de pesos (**tabla R.4**). Los costos que implican los bancos de extracción de material y depósito están considerados en los requerimientos de cada una de las obras.

**Tabla R.4. Inversión requerida.**

No	CONCEPTO	IMPORTE
		(dólares americanos, 1997)
1	Obra de Toma Derivadora (OTD) Xiucayucan.	809 455
2	Obra de Toma Tuxtla.	238 159
3	Tramo Xiucayucan-Puxtla.	2 788 875
4	Tramo Puxtla-Colaxtitla.	2 674 526
5	Ampliación de la O.T.D. Colaxtitla.	16 403
6	Ampliación Canal Colaxtitla-Tanque de Regulación.	315 491
7	Ampliación del Tanque de Regulación.	3 61 242
8	Ampliación de la Tubería a Presión.	2 015 842
9	Ampliación de Casa de Máquinas.	2 160 386
10	Acondicionamiento de Caminos de Acceso.	5 293 914
	<b>TOTAL</b>	<b>16 674 293</b>

**Preparación del sitio.**

La preparación de los terrenos donde serán edificadas las obras implica las siguientes actividades: desmontes, cortes, y excavaciones (**tabla R.5**).

**Tabla R.5. Actividades de preparación del sitio.**

OBRAS	DESMONTE has	EXCAVACIONES m <sup>3</sup>	CORTES	
			TALUD	ALTURA (m)
OTD. Xiucayucan.	0.500	6 294		
OTD. Tuxtla.	0.500	2 974		
Conducción Xiucayucan-Puxtla.	4.180	118 662	0.5:1	2.97 a 14.21
Conducción Puxtla-Colaxtitla.	5.006	153 039	0.5:1	3 a 19
Acondicionamiento de caminos de acceso.	2.970			
Ampliación OTD. Colaxtitla.	0.150			
Ampliación canal Colaxtitla-Punto de Intersección (Chonchamo)	0.328	13 065	0.5:1	0.16 a 1.45
Ampliación canal Punto de Intersección-tanque regulador	0.156	782		
Ampliación tanque de regulación	0.2600	19 237		
Ampliación tubería a presión	0.8300	47 107		
Ampliación casa de máquinas	0.160	5 150		

OBRAS	DESMONTE has	EXCAVACIONES m <sup>3</sup>	CORTES	
			TALUD	ALTURA (m)
Bancos de material (préstamo y depósito)	8.350			
<b>Totales</b>	<b>23.39</b>	<b>366 310</b>		

### Etapa de construcción.

A continuación se presentan las proyectadas para las márgenes izquierda y derecha, así como de la casa de máquinas y línea de transmisión.

#### Margen Izquierda.

La primera parte corresponde a la margen izquierda, en donde se captan los escurrimientos de varias corrientes del río Xiucayucan antes de llegar a la presa derivadora Atexcaco.

La **tabla R.6** muestra las corrientes que conforman el sistema de la margen izquierda.

**Tabla R.6. Arroyos dentro del sistema de captación en la margen izquierda.**

Margen	Arroyos	Observaciones
Izquierda	Buenavista	Sus escurrimientos se integran a los del Xiucayucan.
	Xiucayucan	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
	Xomiaco	Para caudal ecológico.
	Tuxtla	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
	Tetela	Para caudal ecológico.
	Colaxtitla	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.

En la margen izquierda se tienen considerados los siguientes sitios:

1. Portal de entrada en Xiucayucan.
2. Puxtla.
3. Colaxtitla.
4. Telela.
5. Portal de salida margen izquierda.

#### Túnel en margen izquierda.

- Uno de los aspectos por definir en el túnel que conduce el volumen aprovechable en margen izquierda, es su capacidad de conducción.

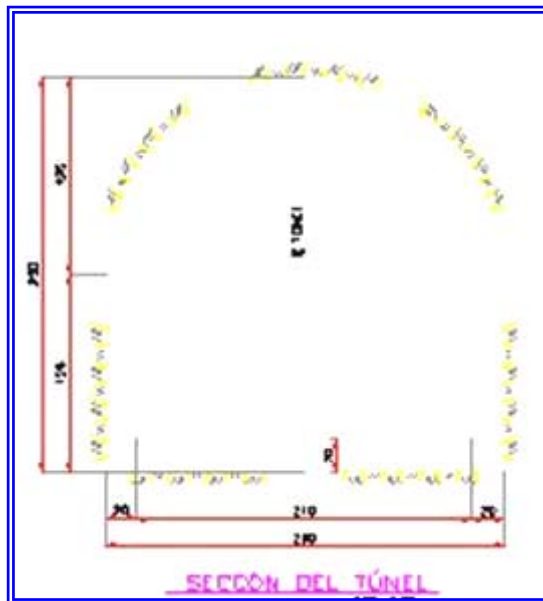
Túnel de acceso en Colaxtitla.

Para el túnel de acceso en el arroyo Colaxtitla se utilizarán los materiales presentados en la **tabla R.7**.

**Tabla. R.7. Cantidades de obra para túnel de conducción Xiucayucan-Talconapan.**

CANTIDAD DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDA D	CANTIDA D
Excavación de túnel	M <sup>3</sup>	654.20
Concreto de plantilla	M <sup>3</sup>	58.41
Concreto en muros	M <sup>3</sup>	49.10
Acero de refuerzo	ton	---

En la **figura R.3** se presenta el túnel de acceso en el arroyo Colaxtitla.



**Figura R.3. Túnel de acceso en el arroyo Colaxtitla.**

Volumen medio.

El caudal por captar en cada corriente es el siguiente:

Xiucayucan	= 3.46 m <sup>3</sup> /s
Puxtla	= 1.32 m <sup>3</sup> /s
Colaxtitla	= 0.62 m <sup>3</sup> /s

Las obras de tomas derivadotas se deberán diseñar para captar los siguientes gastos:

- Xiucayucan = 3.30 m<sup>3</sup>/s
- Puxtla = 1.25 m<sup>3</sup>/s
- Colaxtitla = 0.85 m<sup>3</sup>/s

Margen derecha.

La margen derecha, parte corresponde a los volúmenes captados en la derivadora “Calapa” que provienen de las presas derivadoras Acateno 1 y Acateno 2, y que son descargados a el arroyo Cuauhteno y de ahí derivados al Atexcaco, más el propio volumen del río Atexcaco, hasta la derivadora “Talconapan”.

La **tabla R.8** muestra las corrientes que conforman el sistema de la margen derecha.

**Tabla R.8. Arroyos dentro del sistema de captación en la margen derecha.**

Margen	Arroyos	Observaciones
Derecha	Xaltahuatl	Se deriva en la presa Acateno 1
	Xoloatl	Se deriva en la presa Acateno 2
	Calapan	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.
	Atexcaco	Sus escurrimientos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.

El trazo para la conducción de las aguas se realizó con base en los recorridos de campo, en los cuales se determino la ruta más adecuada para provocar la menor afectación sobre elementos vegetales, debido a la

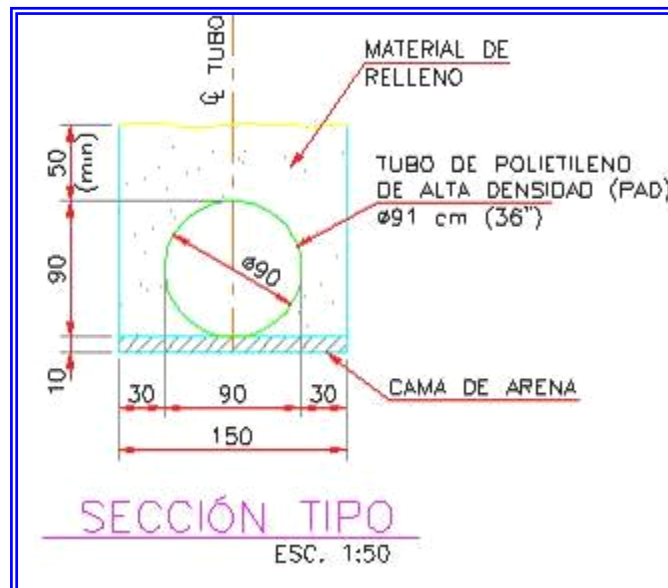
presencia de especies con estatus de conservación sobre la margen izquierda del arroyo Cuauhteno; por lo que se utilizó un camino existente sobre la margen derecha.

En la **tabla R.9** se presentan las cantidades de obra para tubería de conducción.

**Tabla R. 9. Cantidades de obra para la tubería de conducción.**

CANTIDADES DE OBRA	
Excavación en zanja.	950.0 m <sup>3</sup>
Excavación a cielo abierto.	2,650.0 m <sup>3</sup>
Cama de arena.	55.0 m <sup>3</sup>
Material de relleno.	665.0 m <sup>3</sup>
Tubo de polietileno de alta densidad (PAD) de 36" diámetro.	351.0 m <sup>3</sup>

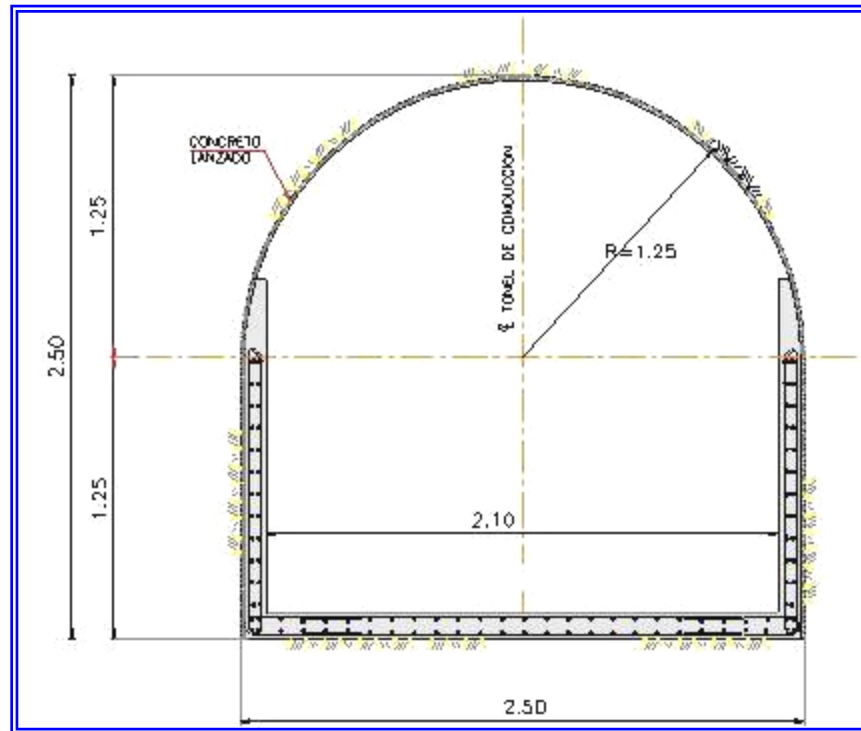
El agua se conducirá mediante tubería de polietileno de 36" de diámetro de alta densidad (PAD) a una profundidad de 1.40 m, sobre una cama de arena de 10 cm de alto. Tal como se muestra en la **figura R.4**.



**Figura R.4. Sección de la tubería para la margen derecha.**

Túnel de acceso en Xiucayucan.

Tomando en cuenta que, desde el punto de vista constructivo, la sección óptima de excavación es de 2.5 m X 2.5 m. Al considerar la colocación de una plantilla y muros de concreto, la sección resultante es como se muestra en la **figura R.5**.



**Figura R.5. Sección óptima desde el punto de vista constructivo.**

De acuerdo con el esquema de la **figura R.5** el túnel conducirá los volúmenes que serán aprovechados para generación de energía desde el arroyo Xiucayucan y los descargará a uno de los afluentes de la margen izquierda del arroyo Atexcaco.

#### Dimensionamiento del canal de la obra de toma para el arroyo Xiucayucan.

De acuerdo con los planes de aprovechamiento del río Atexcaco, y dado que existen obras en lo que se ha denominado Margen derecha, actualmente se llevan a cabo los estudios y el diseño de las estructuras necesarias para realizar lo propio en la zona de “**margen izquierda**”.

En este caso, los arroyos que serán aprovechados son: Xiucayucan, Puxtla y Colaxtitla, de acuerdo con estudios previos ya han sido definidos los caudales aprovechables y, el esquema básico para cada una de las

captaciones en las mencionadas corrientes consiste de: rejillas, desarenador, vertedor de canal lateral y sección de control (figura R.6).

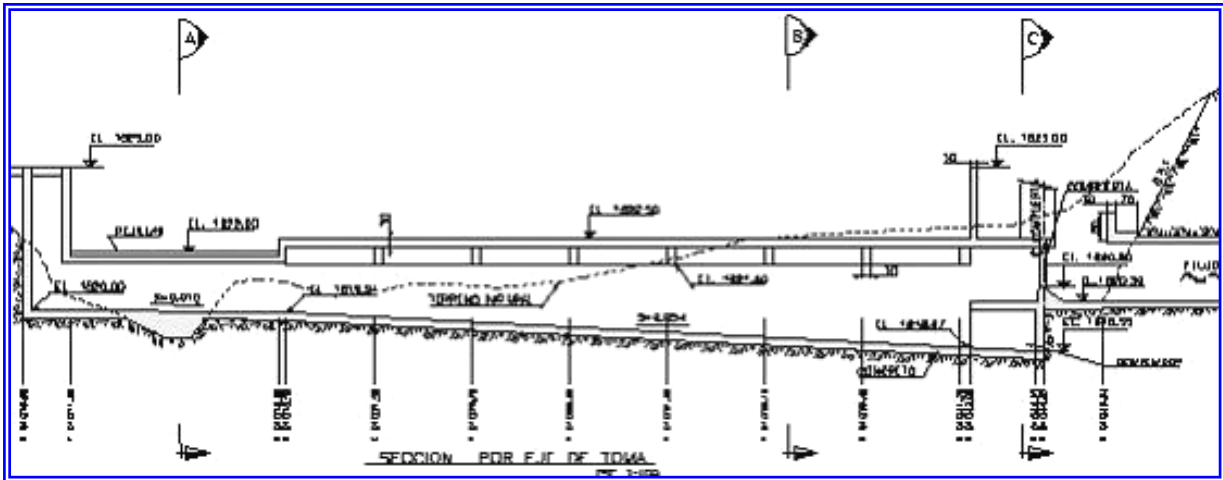


Figura R.6. Arreglo de la estructura de captación para el arroyo Xiucayucan

El rango de caudales analizados va desde los  $3.30 \text{ m}^3/\text{s}$  (gasto de diseño para la toma en Xiucayucan) hasta los  $7.00 \text{ m}^3/\text{s}$  (caudal captado, con  $T_r = 500$  años).

#### Desarenador.

De acuerdo con el documento “Dimensionamiento del desarenador, para las tomas en los arroyos Xiucayucan, Puxtla y Colaxtitla” (Techno Project, 2005a), las dimensiones del desarenador son  $l = 23.10 \text{ m}$ ,  $b = 2.60 \text{ m}$ , como se muestra en las figuras R.7 y R.8, con un tirante de 3.00 m.

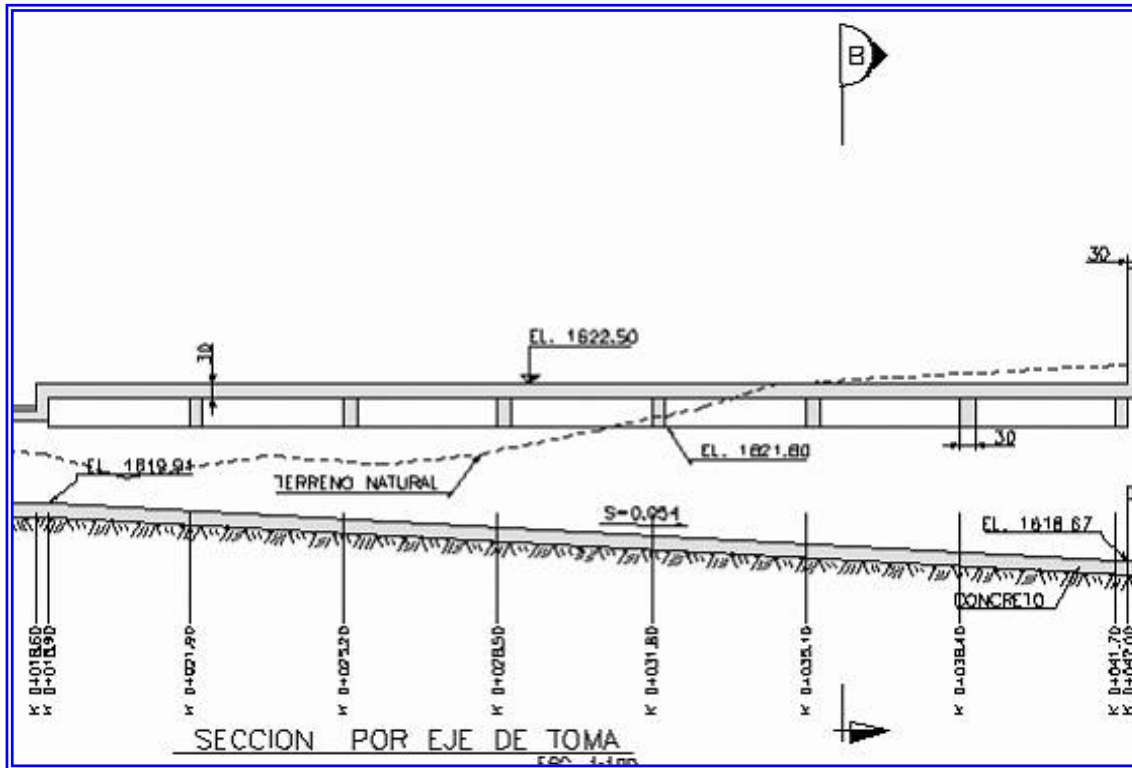


Figura R.7. Desarrollo del desarenador a lo largo del canal.

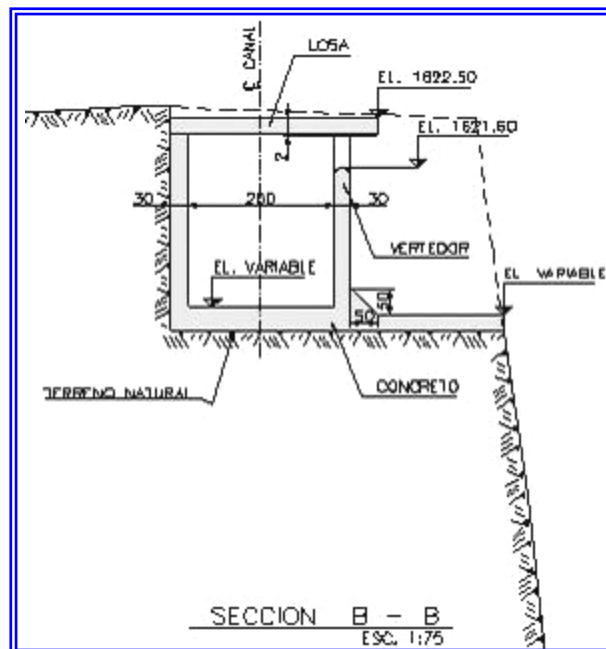


Figura R.8. Vista de la sección transversal del desarenador.

Vertedor de canal lateral.

Con el fin de que al presentarse avenidas sobre el arroyo Xiucayucan, el gasto captado no exceda la capacidad de conducción del túnel que lleva los escurrimientos hacia Talconapan, es necesaria una estructura que permita que el caudal aportado por este arroyo sea de 3.30 m<sup>3</sup>/s. Previendo dos posibles casos: 1) cuando pasen menos de 3.30 m<sup>3</sup>/s no haya excedentes, es decir, que pase el caudal que en ese momento se puede captar y, 2) al escurrir gastos mayores a 3.30 m<sup>3</sup>/s deberán reducirse para alcanzar dicho valor o hasta los donde sea posible.

*Rejillas.*

Como se puede ver en el documento "Dimensionamiento de las tomas para los arroyos Xiucayucan, Puxtla y Colaxtitla", (Techno Project, 2005b), las rejillas de la obra de toma en el arroyo Xiucayucan tienen las siguientes dimensiones: *Ancho = 1.50 m y Largo = 7.00 m.*

La única dimensión que quedaba pendiente es la elevación del piso de la cámara de captación. Dicha nivel está en función del nivel alcanzado por el agua, de acuerdo con el perfil del flujo y debe cuidarse que el escurrimiento recolectado a través de las rejillas entre libremente y no se ahogue. Al final del análisis de los perfiles de flujo se definirá la elevación definitiva del piso en cuestión.

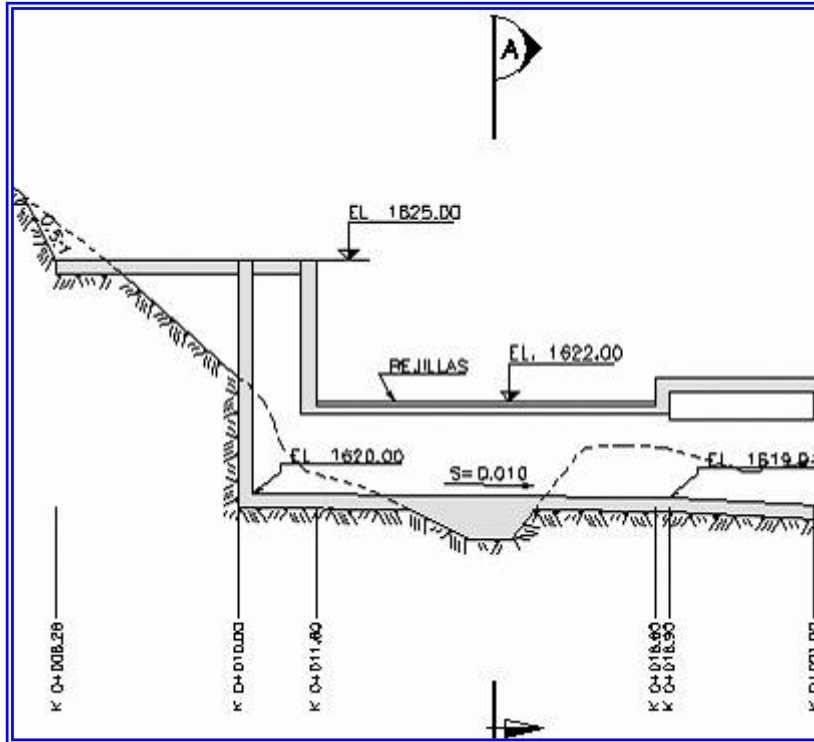


Figura R.9. Arreglo de la estructura de rejillas (perfil).

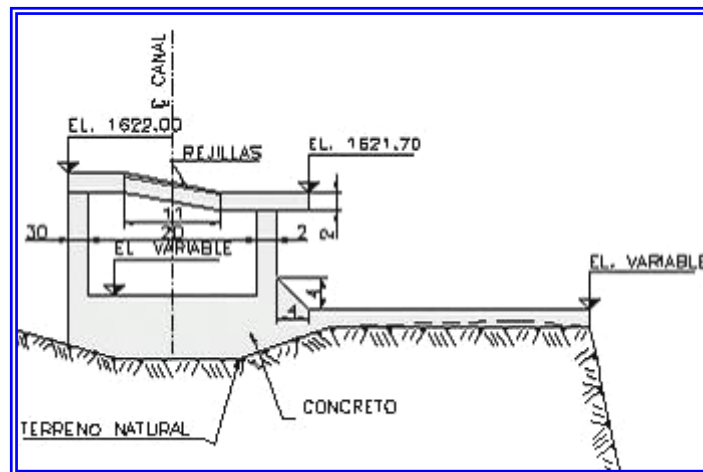


Figura R.10. Vista de la sección transversal del desarenador.

El comportamiento del flujo se simuló con ayuda del programa HEC-RAS versión 3.1.2, del U. S. Army Corps of Engineers.

Finalmente, para la limpieza del desarenador, se colocó una compuerta deslizante de 0.80 m x 1.00 m, capaz de desalojar hasta 5 m<sup>3</sup>/s, con una velocidad de más de 7.00 m<sup>3</sup>/s, para arrastrar las partículas que se sedimenten a lo largo del canal.

Finalmente, las arenas captadas en el desarenador se destinarán para tiraderos o rellenos sanitarios de la localidad.

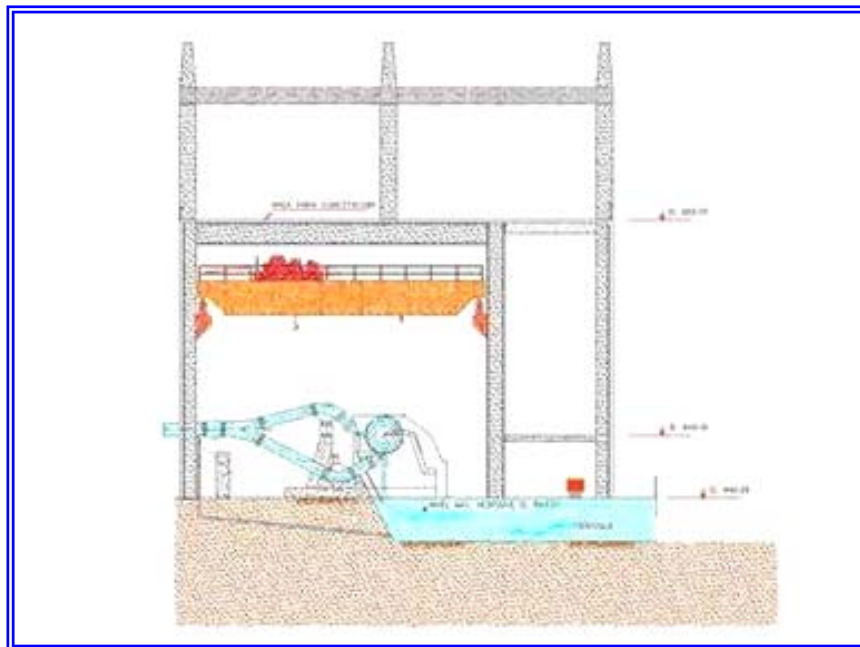
### Casa de Máquinas.

La casa de máquinas se localiza a 14.4 Km. en línea recta y en dirección noreste, respecto a la población de Teziutlán.

Características de la Casa de Máquinas:

Unidades:	2.
Gasto por unidad:	2.2 m <sup>3</sup> /s.
Potencia por unidad:	13.5 MW.
Salto:	730 m.
Generación anual:	203 GW-Hr.

En la siguiente **figura R.11** se muestra el diseño de la casa de maquinas.



**Figura R.11. Diseño de la casa de máquinas.**

### **Etapa de operación y mantenimiento.**

La captación de agua para el proyecto de ampliación inicia en la O. T. D. Xiucayucan y conducirla a través de un túnel hasta el arroyo Xomiaco, de aquí seguirá por medio de canal hasta la O. T. D. Puxtla para posteriormente proseguir por túnel hasta la O. T. Colaxtitla.

Las obras de tomas derivadoras de los ríos Xiucayucan y Puxtla, regularán la cantidad de agua requerida para la generación de energía por medio de compuertas. Cada una de estas obras cuenta con un desarenador cuya función es retener el azolve arrastrado por la corriente de tal manera que cada vez que alcance el umbral de la obra de toma, se cierren las compuertas de esta y se abran las del desarenador desalojando el sedimento acumulado hacia el cauce del río. El mantenimiento de estas estructuras será únicamente el pintado de las estructuras metálicas.

La operación de los canales y túneles de conducción será de manera ininterrumpida los 365 días del año y su mantenimiento consiste en el desyerbe continuo de los derechos de vía del canal y de las áreas de los portales de entrada y salida de los túneles, el retiro de objetos flotantes en los canales y material producto de derrumbes en el caso de que estos se presenten.

El tanque funcionará realizando una regulación horaria del gasto recibido, el mantenimiento es mediante pintado de rejillas y otras estructuras metálicas. La tubería presión conducirá el agua del tanque hacia casa de máquinas y su mantenimiento consiste en mantener libre de vegetación la estructura y el pintado de la misma para evitar su deterioro.

La planta será de generación continua, es decir, toda el agua que llegue al tanque será utilizada por las turbinas, solo se regulará en época de sequía para que la planta trabaje con la potencia de diseño (13.5 MW).

El mantenimiento se hará cada año en el mes de mayo para mantenimiento mayor en las turbinas y, con promedio de 40 días, cada 5 años; asimismo, se prevé que mientras una turbina está en mantenimiento la otra continuará trabajando. Del desarenador se retirarán los azolves cada vez que se requiera, así como de las obras derivadoras, no significando un procedimiento.

### **Requerimientos de personal.**

En esta etapa se requerirá de una persona la cual supervisará los canales y las obras de tomas derivadoras, además de darle mantenimiento como pintura y retiro de caídos (tierra) a fin de evitar problemas en la conducción. En casos no previstos será necesario incrementar el personal para eventualidades como derrumbes en diversas estructuras del proyecto.

### **Utilización de explosivos.**

La utilización de explosivos se llevará a cabo únicamente durante la construcción del túnel de conducción. Asimismo, en la actualidad la empresa cuenta con permiso de SEDENA para el almacenamiento y manejo de los explosivos. Por lo que no será necesario realizar algún trámite anexo.

## **C) TIPO Y CANTIDAD DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO Y DESTINO FINAL DE LOS MISMOS.**

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

#### **Emisiones a la atmósfera**

Ningún tipo de emisiones se generarán durante esta etapa, dado que se da un proceso de almacenamiento y conducción, sin embargo, no se descarta la posibilidad del uso de alguna maquinaria que pudiese generar éstas.

#### **Descarga de aguas residuales.**

No se generarán descargas de aguas residuales.

**Residuos sólidos industriales.**

No se generarán residuos sólidos industriales en esta etapa.

**Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.**

La empresa Compañía de Energía Mexicana, S. A. de C. V. cuenta con los equipos y materiales necesarios para manejar los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto. Así como de espacios y áreas disponibles para almacenar temporalmente los residuos.

## D) NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y CÓDIGOS QUE RIGEN EL PROCESO.

### NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

- NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- 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.
- 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 utilizarán 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.
- NOM-047-SEMARNAT-1993, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- NOM-048-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.
- NOM-049-SEMARNAT-1993, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.
- NOM-050-SEMARNAT-1993 Vehículos en circulación que usan gas licuado o natural u otros combustibles alternos.
- NOM-077-SEMARNAT-1995, Opacidad de humo de vehículos en circulación que usan diesel.
- 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.

**E) TÉCNICAS EMPLEADAS PARA LA DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIOECONÓMICO, SEÑALANDO EXPRESAMENTE SI EL PROYECTO AFECTA O NO ESPECIES ÚNICAS O ECOSISTEMAS FRÁGILES.**

**Descripción del escenario ambiental.**

Para conocer como se encuentra actualmente el escenario ambiental se recabo información bibliográfica y cartográfica, esto se realizó a través de un programa de trabajo:

**Recopilación de Información Bibliográfica en diversas áreas:**

**Tabla R. 10. Fuentes de información.**

TEMA	ACTIVIDAD	FUENTE
Vegetación	Datos de presencia de especies Ubicación de especies Estatus de las especies Se realizaron recorridos de campo en los diferentes sitios de obra, realizándose levantamiento de todos los ejemplares de vegetación, se determinaron algunas especies en campo y otras se colectaron para su posterior determinación en herbario.	Bibliotecas diversas, Colecciones UAM, IPN, CONABIO.
Fauna	Datos de presencia de especies, ubicación de especies, Estatus de las especies. Se realizaron recorridos de campo para la determinación de especies de fauna silvestre, realizándose determinaciones indirectas como huellas, excretas, osamentas, y directos como observación directa, así como entrevista a los pobladores de las localidades cercanas.	Bibliotecas diversas, Colecciones UAM, IPN, CONABIO.
Arqueología	Localización de zonas arqueológicas de la zona	INAH
Socio-económico	Obtención de datos socioeconómicos.	INEGI, Gobiernos de los Estados, Bibliotecas diversas
Edafología	Obtención de datos	INEGI, Gobiernos de los Estados, Bibliotecas diversas
Geología	Obtención de datos	INEGI, Gobiernos de los

TEMA	ACTIVIDAD	FUENTE
		Estados, Bibliotecas diversas
Hidrología	Obtención de datos	INEGI, Gobiernos de los Estados, Bibliotecas diversas
Climatología	Obtención de datos	INEGI, Servicio Meteorológico Nacional, Bibliotecas diversas

**Recopilación de Información Cartográfica**

TEMA	ACTIVIDAD	FUENTE
1.- Medio Físico	Ubicación de la cuenca donde se ubica el área de estudio para delimitación del área de influencia.	Carta Topográfica e hidrológica de la región. Carta edafológica y geológica.
2.- Descripción del escenario ambiental como se encuentra actualmente.	<b>C</b> Precipitación media; elaborar cobertura, verificar resultados. <b>L</b> Temperatura media anual; <b>I</b> elaborar cobertura, verificar resultados. <b>M</b> Tipos de clima de acuerdo con <b>A</b> Enriqueta García. <b>T</b> Resumen de parámetros climáticos de los últimos 10 años. <b>O</b> <b>L</b> <b>O</b> <b>G</b> <b>í</b> <b>A</b>	Coberturas INEGI , datos del Servicio Meteorológico Nacional, Elaboración en Laboratorio SIG.



**1. Río Cuauhteno.**
**Figuras R.13 y 14. Conducción Papalotal.**

REFERENCIAS DE TRAZO		
PUNTO	X	Y
P.I.-1	22,520.00	14,299.99
P.I.-2	22495.81	14,314.26
P.I.-3	22,475.55	14,311.49
P.I.-4	22,455.36	14,295.82
P.I.-5	22,431.04	14,302.16
P.I.-6	22,422.16	14,324.26
P.I.-7	22,402.87	14,335.63
P.I.-8	22,378.31	14,339.80
P.I.-9	22,363.27	14,330.31
P.I.-10	22,359.43	14,312.50
P.I.-11	22,305.00	14,300.00

INFLEXIÓN VERTICAL		
PUNTO	ELEVACIÓN	CADENAMIENTO
P1	1611.10	0+000.000
P2	1614.53	0+008.066
P3	1612.67	0+012.073
P4	1612.67	0+020.411
P5	1611.56	0+024.725
P6	1612.85	0+034.601
P7	1614.50	0+041.489
P8	1615.00	0+047.317
P9	1615.00	0+222.670
P10	1611.79	0+255.404
P11	1609.94	0+269.448
P12	1608.10	0+295.247
P13	1607.16	0+310.913
P14	1605.60	0+311.813
P15	1605.60	0+319.923
P16	1609.25	0+322.960
P17	1610.60	0+329.194
P18	1610.44	0+336.413
P19	1614.00	0+343.456

**2. Tanque de regulación.**
**Figuras R.15. y 16. Canal Talconapan-tanque de regulación.**

REFERENCIAS DE TRAZO		
PUNTO	X	Y
P.I.-0	21,952.8879	15,060.8249
P.I.-1	21,898.0000	15,077.0000
P.I.-2	21,805.5000	15,131.0000
P.I.-3	21,720.0000	15,256.0000
P.I.-4	21,606.0000	15,322.5000

REFERENCIAS DE TRAZO		
PUNTO	X	Y
P.I.-4	21,606.0000	15,322.5000
P.I.-5	21,605.0000	15,390.0000
P.I.-6	21,589.0000	15,410.0000
P.I.-7	21,608.0000	15,445.9375
P.I.-8	21,587.0000	15,513.0000
P.I.-9	21,625.0000	15,547.0000
P.I.-10	21,629.2583	15,639.0867
P.I.-11	21,550.6441	15,684.5212

**4. Túnel de construcción Tetela.**
**Figura R.18. Túnel de construcción del arroyo Tetela.**

COORDENADAS		
PUNTO	X	Y
P-1	18,966.42	14,312.18
P-2	18,900.45	14,238.80
P-3	18,896.66	14,229.79
P-4	18,883.40	14,198.23
P-5	18,789.16	14,108.77

**6. Túnel Xiucayucan- Talconapan .**
**Figura R.20. Túnel Xiucayucan-Talconapan km 0 a 2.**
**3. Túnel de construcción Colaxtitla.**
**Figura R.17. Túnel de arroyo Colaxtitla.**

COORDENADAS		
PUNTO	X	Y
P-1	20,502.720	13,996.549
P-2	20,460.80	13,887.52

**5. Túnel de acceso en Colaxtitla .**
**Figura R.19. Túnel de acceso en Colaxtitla.**

REFERENCIAS DE TRAZO		
PUNTO	X	Y
P-1	20,502.720	13,996.549
P-2	20,460.80	13,887.52

**7. Túnel Xiucayucan- Talconapan .**
**Figura R.21. Túnel Xiucayucan-Talconapan km 2 a 4.**

PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
PI-1	15,803.156	14,104.956
PI-2	15,807.310	14,055.129
PI-3	15,886.383	14,017.863
PI-4	16,637.810	13,990.850

PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
PI-5	18,821.248	14,110.530

## 8. Túnel Xiucayucan- Talconapan .

Figura R.22. Túnel Xiucayucan-Talconapan km 4 a 6+145.785.

PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
PI-6	20,480.810	13,884.793
PI-7	21,875.782	13,963.935

## 9. Tubería a presión .

Figura R.23. Coordenadas de la tubería a presión.

CODOS	COORDENADAS		DIST. HORZ. ENTRE P.I.	DIST. VERT. ENTRE P.I.	DIST. INCLI. ENTRE P.I.	ELEV. del P.I.	DEFLEXION Δ'	RADIO m	SUBTANG. m	L. CURVA m	CADENAMIENTO	
	P.I. X	Y									P.C.	P.T.
0	21507,73	15831,82				1587,59						
A	21502,92	15848,34	17,21	0,00	13,70	1587,59	15,5884	21,92	3	5,96	10,70	16,66
1	21502,83	15856,34	8,00	0,00	8,00	1587,59	13,5686	16,81	2	3,98	19,66	23,64
1'	21502,31	15902,29	45,95	11,65	47,27	1576,50	8,0250	28,51	2,00	3,99	66,91	70,91
2	21501,60	15964,19	61,90	24,50	66,57	1552,00	21,5936	10,49	2,00	3,95	133,48	137,43
3	21500,28	16080,27	116,09	0,00	116,09	1552,00	35,7536	10,85	3,50	6,77	248,02	254,79
4	21499,99	16105,27	25,00	18,00	30,80	1534,00	29,2222	11,51	3,00	5,87	279,09	284,96
5	21498,50	16236,27	131,01	15,00	131,86	1519,00	6,5316	17,53	1,00	2,00	412,82	414,82
6	21497,15	16355,26	119,00	0,00	119,00	1519,00	23,2945	12,13	2,50	4,93	530,32	535,25
7	21496,33	16427,26	72,00	31,00	78,39	1488,00	10,6843	10,69	1,00	1,99	610,14	612,13
8	21495,46	16503,25	75,99	17,00	77,87	1471,00	32,3898	12,05	3,50	6,81	685,50	692,32
9	21494,88	16554,25	51,00	51,00	72,12	1420,00	32,9694	11,83	3,50	6,81	757,44	764,24
10	21493,49	16676,24	122,00	25,00	124,74	1394,00	12,0306	9,49	1,00	1,99	884,48	886,47
11	21492,33	16778,23	102,00	0,00	102,00	1394,00	27,9959	12,03	3,00	5,88	984,47	990,35
B-12	21491,73	16830,90	52,67	28,00	59,65	1366,00	27,9956	12,03	3,00	5,88	1 044,00	1 049,89
13	21500,57	16894,29	64,00	0,00	64,00	1366,00	20,5560	11,03	2,00	3,96	1 108,89	1 112,84
14	21510,50	16965,60	72,00	28,00	76,90	1339,00	21,5815	10,49	2,00	3,95	1 185,74	1 189,69
15	21516,30	17007,20	42,00	38,00	56,64	1301,00	17,2463	13,19	2,00	3,97	1 242,33	1 246,30
16	21533,56	17131,00	125,00	56,00	137,80	1243,00	10,9822	10,40	1,00	1,99	1 381,10	1 383,10
17	21548,05	17234,99	104,99	28,00	108,16	1217,00	28,3966	11,86	3,00	5,88	1 487,26	1 493,13
18	21560,34	17323,14	89,00	81,00	120,34	1136,00	3,5732	32,06	1,00	2,00	1 609,47	1 611,47
19	21573,59	17418,22	96,00	77,00	123,06	1059,00	11,1366	10,26	1,00	1,99	1 732,53	1 734,53
20	21581,74	17476,66	59,01	70,00	91,55	989,00	10,2791	11,12	1,00	1,99	1 824,08	1 826,07
21	21587,53	17518,22	41,96	34,70	54,45	954,30	23,0134	12,28	2,50	4,93	1 877,02	1 881,96
C-22	21594,16	17565,80	48,04	14,30	50,12	940,00	12,5735	13,62	1,50	2,99	1 928,08	1 931,06
23	21637,52	17631,75	78,93	44,00	90,33	896,00	7,4772	15,30	1,00	2,00	2 018,89	2 020,89
D-24	21653,99	17656,80	29,97	31,00	38,98	872,75	28,4591	11,83	3,00	5,88	2 055,87	2 061,75
25	21663,27	17663,27	11,49	17,00	27,28	848,00	65,0864	4,70	3,00	5,34	2 083,03	2 088,37
E-26	21669,74	17668,29	8,00	0,00	7,99	848,00		0,00	0,00		2 093,36	2 093,36

LONGITUD DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN 2 093,36 m

Ver trazo y planos de proyecto en **anexo 8**.

**G. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EN QUE SE DESARROLLARÁ LA OBRA O ACTIVIDAD, ASÍ COMO EL ÁREA CIRCUNDANTE A ÉSTE. INDICANDO EXPLÍCITAMENTE SI SE AFECTARÁ O NO ALGÚN ÁREA NATURAL PROTEGIDA, TIPOS DE ECOSISTEMAS O ZONAS DONDE EXISTAN ESPECIES O SUBESPECIES DE FLORA Y FAUNA TERRESTRES Y ACUÁTICAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN, AMENAZADAS, RARAS, SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL O ENDÉMICAS.**

De acuerdo con sus características físicas y biológicas, el área del proyecto se presenta como un área homogénea, esto de acuerdo con las siguientes características.

**Tabla R.12. Características físicas y biológicas de la unidad ambiental como área de influencia del PH Atexcaco.**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Geología	Regionalmente en los sitios del proyecto se identificaron los siguientes tipos de roca: Margen izquierda: andesita sana, andesita intemperizada y toba. Margen derecha: toba. Línea de transmisión: tramo tanque derivador-subestación con andesita intemperizada; tramo tanque-casa de máquinas con andesita intemperizada, andesita sana y toba. Tanque a casa de máquinas: andesita intemperizada, andesita sana y toba.
Geomorfología	En el sitio del proyecto se presentan en topofomas de laderas de montaña y pie de monte, por lo que se observan pendientes que van de 5 a 45°.
Edafología	Margen izquierda y derecha y línea de transmisión en el tramo tanque derivador- subestación: $To+Re+Lc/2=$ . Línea de transmisión-casa de máquinas- tanque derivador: $Th+Lc/2$ .
Hidrología	Con base en la descripción de los diferentes factores físicos y biológicos, el sitio del proyecto se considera una unidad ambiental homogénea por lo que el área de influencia se restringe a la región hidrológica No. 27.
Vegetación	La zona de estudio se caracteriza por la presencia de diferentes ecosistemas:

Factor	Descripción
	<p><b>Bosque Mesófilo de montaña:</b></p> <p>Margen izquierda: se ubica en diferentes sitios a manera de pequeños relictos de vegetación en Tetela, Polaxtitla, portal de entrada en río Xiucayucan y canal derivador de presa Talconapan a tanque derivador.</p> <p>Los sitios conservados se ubican en río Cuauhteno, portal de entrada del río Cuauhteno y Línea de transmisión en el tramo de tanque derivador hacia casa de máquinas y tubería de presión de tanque derivador a casa de maquinas.</p> <p><b>Bosque de pino:</b> presencia de bosque en sin llegar a afectarse en margen izquierda en el portal de salida y Puxtla; y portal de salida de margen derecha en Dos Ríos.</p> <p><b>Cultivos y frutales.</b> Colaxtitla, Tetela, Tuxtla, portal de salida en margen derecha, línea de transmisión de tanque derivador a Subestación eléctrica Hueyapan II.</p>
Fauna silvestre	<p>La fauna presente se caracteriza por ser la propia de ecosistemas de bosque de pino, así como de bosque Mesófilo de montaña; es de destacar que dado que estos dos ecosistemas se encuentran adyacentes, comparten básicamente la misma fauna silvestre.</p> <p>De acuerdo con las observaciones de campo y con referencias bibliográficas de la zona de estudio, se cuenta con: 24 anfibios (con 10 especies con estatus de conservación), 63 reptiles (28 especies con estatus de conservación), 113 aves (4 especies con estatus de conservación), 13 mamíferos.</p> <p>Dentro de la fauna acuática se cuenta con 5 especies de invertebrados y dos especies de peces.</p>

**H) SUPERFICIE REQUERIDA.**

La superficie requerida para el establecimiento de las diferentes obras suma un total de 31,65 has y el requerimiento de cada obra, es como se muestra en la **tabla R.13**.

**Tabla R.13. Superficie requerida en las diferentes obras del proyecto.**

OBRAS	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (has)	SUPERFICIE OBRAS PERMANENTES (has)	SUPERFICIE POR AFECTAR (has)
Para el aprovechamiento de los ríos Xiucayucan y Puxtla	O.T. D. Xiucayucan	4,000	4,000	
	O.T. D. Tuxtla	0,818	0,818	
	Conducción Xiucayucan – Puxtla (canal y túnel)	4,180	4,180	
	Conducción Puxtla - Colaxtitla (canal y túnel)	5,006	5,006	
	Acondicionamiento de caminos de acceso	7,420	7,420	7,420
De ampliación	O.T D. Colaxtitla	0,150	0,150	0,150
	Canal Colaxtitla - Punto de Intersección (Chonchamo)	0,328	0,328	0,328
	Canal Punto de Intersección-Tanque de Regulación	0,156	0,156	0,156
	Tanque de regulación	0,260	0,260	0,260
	Tubería a presión	0,830	0,830	0,830
	Casa de Máquinas	0,160	0,160	0,160
Para todas las obras	Bancos de Material (extracción y depósito)	8,350	8,350	8,350
	<b>TOTAL</b>	<b>31,658</b>	<b>31,658</b>	<b>31,658</b>

El predio ocupa una superficie total de 31,658 has.

**I. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN CUANTITATIVA, SEÑALANDO EL TOTAL DE IMPACTOS ADVERSOS, BENÉFICOS Y SU SIGNIFICANCIA, ASÍ COMO LOS IMPACTOS INEVITABLES, IRREVERSIBLES Y ACUMULATIVOS DEL PROYECTO.**

**Metodologías para la Identificación y Evaluación de Impacto Ambientales.**

A continuación se mencionan las metodologías seleccionadas para la identificación y evaluación de los posibles impactos que se presentarán durante la ejecución del proyecto.

- **Matriz de relación causa efecto para la identificación de Impactos Ambientales.** La identificación de los impactos, se realizó mediante la **Matriz de Leopold** (1971). Son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto, causa de impacto, y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación se evaluará posteriormente.
- **Evaluación de Impactos Ambientales.** Se empleará la técnica de **Gómez Orea** (1999), donde una vez identificado los impactos, estos se evalúan mediante su valoración, de forma cuantitativa, jerarquizándolos.

A continuación se presenta la Matriz de Leopold con la identificación de los impactos ambientales en cada una de las etapas del proyecto.



**Evaluación de los impactos ambientales.**

A continuación se presenta el **análisis global de los impactos identificados**, presentándose en una tabla resumen la evaluación global del proceso de cambio generado por el proyecto.

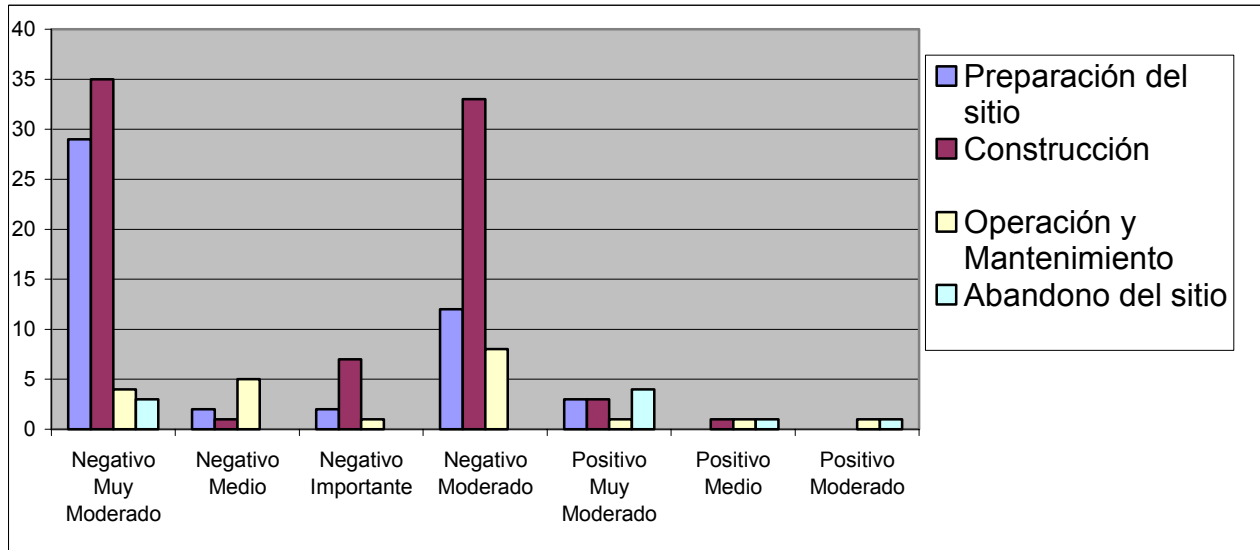
Como punto final, al capítulo de **IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS**, a continuación se presenta un resumen de los aspectos abordados en el presente, pretendiendo una visión integral del proyecto y de sus efectos sobre los factores y atributos que conforman el Medio Natural y Socioeconómico.

En la **tabla R.15** se proporciona el resumen del número de impactos identificados, por la técnica de **Matriz de Leopold**.

**TABLA R.15. RESUMEN. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS.**

TIPO DE IMPACTO	RANGO	NEGATIVO O ADVERSO	POSITIVO O BENÉFICO
<b>ETAPAS</b>			
<b>PREPARACION DEL SITIO</b>	MUY IMPORTANTE		
	IMPORTANTE	2	
	MEDIO	2	
	MODERADO	12	
	MUY MODERADO	29	3
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	MUY IMPORTANTE		
	IMPORTANTE	7	
	MEDIO	1	1
	MODERADO	33	
	MUY MODERADO	35	3
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	MUY IMPORTANTE		
	IMPORTANTE	1	
	MEDIO	5	1
	MODERADO	8	1
	MUY MODERADO	4	1
<b>ABANDONO DEL SITIO</b>	MUY IMPORTANTE		
	IMPORTANTE		
	MEDIO		
	MODERADO	4	1
	MUY MODERADO	3	1
<b>TOTAL</b>		<b>146</b>	<b>12</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>158</b>

De acuerdo con la **tabla de R.15** de identificación de impactos, a continuación se presenta la **figura R.24** donde se muestra de manera esquemática la presencia de impactos en las diferentes etapas del proyecto.



**FIGURA R.24. GRÁFICA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR ETAPAS DEL PROYECTO.**

Con base en la gráfica, podemos decir que en la etapa de preparación del sitio se generarán 48 impactos, de los cuales 45 son adversos y 3 benéficos; en la construcción se presentan 80 impactos, de los cuales 76 son adversos y 4 benéficos; en la operación y mantenimiento, se presentan 18 adversos y 3 benéficos y; en el abandono del sitio se presentan 9 impactos, de los cuales 7 son adversos y 2 benéficos. Para un total de 158 impactos ambientales, de los cuales 146 son adversos y 12 benéficos.

Cabe destacar que los impactos ambientales adversos son en su mayoría mitigables.

### **IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.**

#### **a) Hidrología.**

Durante la etapa de preparación y construcción se utilizará equipo y maquinaria para el movimiento de materiales, lo que puede provocar interrupción de drenes. Asimismo, debido a la presencia de personal se generarán residuos líquidos sanitarios.

Durante la operación de las obras de tomas derivadotas, se verá disminuido el caudal de los ríos aprovechados para su conducción hasta la casa de máquinas donde se generará energía eléctrica; asimismo, estas se pueden ver contaminadas por la operación de la casa de máquinas aunado a la generación de residuos líquidos sanitarios.

**Aire.**

Los atributos ambientales que son analizados en el factor aire son calidad del aire, ruido y partículas suspendidas.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se estima que se manifestarán impactos ambientales de naturaleza Negativo, debido principalmente a:

- Derivado de la utilización de equipo y maquinaria durante estas actividades, se tendrán emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, producto de la combustión interna de los motores de vehículos que transportarán al personal, equipo y maquinaria.
- Las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores.
- La maquinaria a utilizarse aumentará los niveles de ruido, los cuales sobrepasarán, en algunos casos los niveles permitidos por la NOM-080-SEMARNAT-94.

**b) Bióta.**

- **Fauna terrestre.**

La fauna terrestre se verá ahuyentada durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto debido a la utilización de equipo, maquinaria, vehículos de carga y de personal y de la presencia humana; aunado a que en algunos sitios se identificó la presencia de fauna silvestre con estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

- **Fauna acuática.**

En las zonas donde se identificó fauna acuática característica de hábitat de lóticos de agua dulce, los cuales no se encuentran con estatus de conservación.

Durante la operación del proyecto, y debido a que se verá disminuido el caudal de los ríos aprovechados, se verá disminuida la abundancia de los organismos acuáticos.

- **Vegetación terrestre.**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la vegetación terrestre se verá afectada, sobre todo por las acciones de desmonte y despalme, además de la presencia de especies con estatus de conservación, sobre todo en el río Cuauhteno.

Durante la operación, la vegetación sólo se verá afectada al realizar acciones de mantenimiento del canal derivador.

- **Vegetación acuática.**

La Flora acuática, únicamente se verá afectada en la preparación del sitio y construcción al disminuir la su abundancia.

**c) Económico/Operacional.**

- **Empleo.**

Se generarán empleos temporales durante la preparación del sitio y construcción de la obra, por lo que se producirá una demanda de mano de obra, influyendo en la población económicamente activa.

Durante la operación se generarán empleos para trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.

- **Activación de la economía local.**

Habrán requerimientos de servicios diversos para el traslado de personal (transporte terrestre), materiales e insumos que tendrán un efecto positivo en la economía local.

## **J. -MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN QUE PRETENDAN ADOPTAR, LAS CUALES DEBERÁN RELACIONARSE CON LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.**

A continuación se proponen las medidas de mitigación por factor ambiental, posteriormente se presentan las medidas de mitigación en tablas derivadas de la evaluación de impactos ambientales negativos o adversos, de tal forma que se propongan las medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados.

### **ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

#### **PROTECCIÓN DE VEGETACIÓN Y FAUNA SILVESTRE**

##### **VEGETACIÓN**

Debido a la eliminación de organismos arbóreos dentro de las áreas de obras de tomas derivadoras y portales en ambas márgenes y en el derecho de vía de la tubería presión y línea de transmisión, se tiene contemplado la aplicación de un **Programa de Reforestación con especies nativas** en sitios donde no se cuenta con una cubierta vegetal arbórea, así como sobre los márgenes de caminos de acceso.

##### **Programa de Reforestación con especies nativas.**

Con relación a las áreas afectadas por la construcción que deban reforestarse, se deben emplear especies autóctonas (leñosas y herbáceas, según se requiera); en ningún caso se permite la introducción de especies exóticas, en especial de eucalipto y casuarina.

Cuando se requiera favorecer el establecimiento de las plantaciones, mejorando la calidad del sustrato, se puede disponer del material orgánico producto del despalle o de los residuos sólidos orgánicos para la producción de composta; esta alternativa debe ser soportada con el proyecto y programa correspondiente, incluyendo infraestructura, personal, equipo y recursos necesarios.

Desarrollar el Programa de Reforestación de las áreas alteradas indicando especies, densidades, técnicas de plantación, sistemas de mantenimiento, evaluación de las plantaciones

Asimismo, la vegetación obtenida durante el despalme, se deberá picar en el sitio y reincorporarse en sitios destinados para áreas verdes o, en su defecto se deberá disponer en un relleno sanitario o donde la autoridad competente lo autorice.

Debido a que en los sitios de trabajo se identificaron especies protegidas, tanto de vegetación terrestre como de fauna silvestre, se deberá desarrollar un **Programa de Rescate**, en donde se describirá la metodología para el trasplante de organismos jóvenes de vegetación susceptibles de utilizarse posteriormente en acciones de reforestación.

Para efecto de poder cumplir con lo anterior, se deberá disponer un área para la disposición temporal de los ejemplares vegetales rescatados, para su posterior replantación en las áreas verdes definitivas. Asimismo, se deberá asegurar su sobre vivencia mediante acciones de mantenimiento.

Finalmente, no se permite el uso de herbicidas u otros productos químicos durante las actividades de desmonte.

## **FAUNA SILVESTRE**

### **Fauna terrestre**

Se deberán implementar las siguientes medidas de prevención y mitigación.

- **Programa de Rescate de fauna silvestre.**
- Prohibido cazar o dañar la fauna presente.
- Prohibido introducir fauna doméstica durante la preparación del sitio y construcción.

### **Fauna Acuática.**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se deberá colocar una malla geotextil que impida la proliferación de sólidos en el medio acuático.

Además se implementarán las siguientes medidas.

- Prohibido pescar.
- Prohibido introducir fauna doméstica durante la preparación del sitio y construcción.

El promovente debe considerar que está estrictamente prohibido cazar, capturar, pescar o coleccionar especies de fauna y flora, por lo que debe establecer sanciones al personal que no respete esta disposición; debe plantear y presentar un programa de educación ambiental que incluya el concepto de la importancia de la protección de la flora y fauna; no debe circular fuera de zonas autorizadas; no se le permite el desarrollo de actividades fuera de áreas autorizadas; debe realizar una delimitación de áreas de obra en zonas arboladas; la circulación de vehículos debe ser de baja velocidad en zonas arboladas.

### **Educación ambiental**

Se debe llevar a cabo un Programa de Educación Ambiental para sus trabajadores. En este programa se debe capacitar al personal para el manejo de los residuos, evitar afectaciones innecesarias (desmontes que rebasen los requerimientos constructivos del proyecto), concienciación para la protección de la flora y fauna silvestre (evitar caza de fauna silvestre y pesca y comercialización de vegetales y animales), evitar la contaminación por derrames de sustancias químicas y favorecer el uso de las letrinas portátiles en los frentes de trabajo.

## **AIRE**

### **Control de emisiones a la atmósfera.**

Debido a la utilización de vehículos para el transporte de personal, equipo y materiales, así como en el uso de maquinaria pesada, se ocasionarán emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, provocado por la combustión interna de los motores.

Por lo anterior, se requerirá de medidas de prevención; por lo que no se deberán rebasar los niveles máximos de permisibles de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire:

- a) NOM-041-SEMARNAT-93, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles,
- b) NOM-044-SEMARNAT-93, 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 utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.
- c) NOM-045-SEMARNAT-93, que establecen los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
- d) NOM-050-SEMARNAT-93, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

Además, para reducir la generación de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, producto de la combustión interna de los motores de las unidades de transporte de personal, materiales y de maquinaria pesada, se solicitará a los propietarios de las unidades que, antes de iniciar y durante las obras, mantengan afinados y en buenas condiciones mecánicas los motores de los vehículos, y estar en óptimas condiciones mecánicas.

Previo al inicio de la construcción, se deberá elaborar un **Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos**, que incluya el procedimiento que debe llevar a cabo para verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas referidas. Además, se debe llevar bitácoras del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos.

### Generación de ruido

Debido a que algunas de las actividades que se realizan en la construcción de las obras que se contratan generan altos niveles de ruido, se debe tomar las medidas necesarias a fin de que el personal no sufra daños en su salud, debiendo cumplir con las observaciones o medidas que las autoridades competentes en la materia establezcan sobre algún caso en particular.

Se debe controlar las emisiones de ruido de vehículos, maquinaria y equipo a fin de no sobrepasar los niveles autorizados en el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido y en la Norma Oficial Mexicana 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. Para ello debe equipar y mantener sus unidades en condiciones adecuadas para cumplir con lo establecido en los citados ordenamientos.

Además, para reducir el incremento en los niveles de ruido, ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, se solicitará a los contratistas de la obra, que indiquen a los conductores de sus camiones la obligatoriedad para que cierren sus escapes de las unidades, cuando se encuentren circulando cerca de las poblaciones aledañas o centros comerciales. Esto con la finalidad de no permitir que esas unidades automotores rebasen los 68 dB durante la jornada laboral.

Por otro lado, los trabajadores de maquinaria pesada, principalmente, deberán emplear tapones auditivos para mitigar el ruido.

### Partículas suspendidas de polvo

Durante la etapa de preparación del sitio, en las actividades de desmonte, despalme y limpieza del sitio, así como durante el transporte de materiales, se removerá la capa edáfica (capa fértil de suelo) y superficial de los caminos de acceso, generándose emisiones de partículas de polvos.

Como medida de mitigación, para evitar la alteración de la calidad del aire por emisión de polvos, en las áreas de maniobra de maquinaria y vehículos, se deberá rociar con agua, preferentemente residual tratada con calidad suficiente para cubrir este propósito, a fin de mitigar la emisión de polvo y partículas a la atmósfera, y evitar así las enfermedades por vías respiratorias a los trabajadores; además de prevenir accidentes por la falta de visibilidad.

## SUELO

### *Pérdida de la capa edáfica*

La cubierta edáfica fértil, retirada durante esta etapa, se deberá disponer en un sitio, con la finalidad de reincorporarla posteriormente en las áreas destinadas para áreas verdes o reforestación.

### *Generación de residuos sólidos*

Para evitar la contaminación del suelo por residuos sólidos domésticos, como basura generada por los trabajadores, se deberá establecer la siguiente medida de mitigación: recolección y depositación de basura doméstica en tambos de 200 litros, señalizados para tal fin, y posteriormente serán transportados al relleno sanitario municipal o donde indique la autoridad competente.

Con base en lo anterior se deberá desarrollar un **Programa de manejo de residuos no peligrosos** para las etapas de preparación del sitio y construcción.

### **Programa de manejo de residuos sólidos no peligrosos**

Se consideran los siguientes tipos de residuos sólidos: domésticos, industriales no peligrosos, rezaga, cascajos y materiales térreos producto de excavaciones.

Para el manejo de residuos en el programa se debe considerar los siguientes aspectos:

- a) Colocación de contenedores en áreas estratégicas de los diferentes frentes de trabajo, la recolección diaria de los residuos, y la conducción al relleno sanitario. Todos los residuos susceptibles de ser reciclados deben ser seleccionados para su envío a los centros de acopio y reutilización.
- b) La recolección de los desechos sólidos se debe realizar en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin. Se debe llevar un seguimiento para que la recolección se realice diariamente en todos los frentes de trabajo y para que no exista mezcla de residuos peligrosos con no peligrosos.
- c) Se debe promover acciones de educación ambiental, a fin de inducir a los usuarios a la separación de residuos, y en su caso, la reutilización de los mismos.

### **Generación de residuos peligrosos**

En caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación de maquinaria y vehículos en el sitio del proyecto, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por derrame accidental de aceites, grasas, combustibles o lubricantes, considerados como residuos peligrosos.

Para el manejo de los residuos peligrosos, se deberá desarrollar el **Programa de manejo de residuos peligrosos**.

### **Programa de manejo de residuos peligrosos.**

Se consideran residuos peligrosos aquellos definidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos (RLGEEPAMRP), así como sus disposiciones complementarias.

### **Identificación de los residuos peligrosos**

Se deberán identificar los residuos peligrosos que genere de acuerdo con los lineamientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-93; que establecen 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, y la NOM-053-SEMARNAT-93; que estable el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los elementos que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Con relación a los envases y recipientes de los materiales y sustancias empleados en la construcción: aceites, lubricantes, aditivos, resinas, solventes, curacretos y compuestos orgánicos; se deberá contar con un almacén temporal de residuos peligrosos, con la finalidad de controlar su manejo y disposición final como residuos peligrosos, realizando los trámites para registrarse como empresa generadora de residuos peligrosos, así como la contratación de una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT el transporte y confinamiento de los residuos peligrosos. Finalmente se deberá llevar una bitácora para reportar a la autoridad.

#### Manejo de los residuos peligrosos.

El manejo de los residuos peligrosos es como se indica a continuación:

Al iniciarse la construcción, el promovente debe registrarse ante la autoridad ambiental como generador de residuos peligrosos, como lo establecen los artículos 27 y 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el artículo 7 de su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos.

De igual forma, al inicio de la obra, el promovente debe construir un almacén temporal de residuos peligrosos para la etapa de construcción, el cual debe ser de preferencia cerrado y cumplir con lo que se establece en los artículos 15 y 16 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos. Durante el periodo de construcción del almacén temporal de residuos peligrosos, el promovente debe acondicionar un área provisional para este fin.

Desde el inicio de la construcción de las obras, el promovente debe tener en existencia los recipientes adecuados para el almacenamiento de residuos peligrosos conforme a lo que indica el artículo 14 del Reglamento.

El promovente debe recolectar y almacenar diariamente los residuos peligrosos que se generen en las diferentes áreas de trabajo dentro y fuera del predio. Los recipientes para el almacenamiento de residuos

peligrosos deben ser de un material adecuado a las características del residuo e identificados conforme a lo que establece el artículo 14 del Reglamento.

El promovente, desde el inicio de obra, debe contar con una bitácora exclusiva para el registro del manejo de los residuos peligrosos, la cual debe cumplir con lo estipulado en los artículos 8 y 21 del Reglamento.

La información contenida en la bitácora debe concordar con los manifiestos de generación y los manifiestos de entrega, transporte y recepción.

Si durante cualquier etapa del manejo de residuos peligrosos existe una fuga, derrame, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, el promovente debe notificar de inmediato a la PROFEPA, de acuerdo con lo establecido en el artículo 42 del Reglamento.

### **Programa de manejo en caso de derrame de hidrocarburos**

Evitar el derrame de hidrocarburos (combustibles), para lo cual se deberá contar con un **Programa de Manejo en caso de derrame**, con la finalidad de contener, limpiar y restaurar el suelo o agua contaminada.

### **Manejo de combustibles y materiales peligrosos.**

A continuación se presentan las disposiciones que se deben cumplir con respecto al manejo de combustibles, lubricantes y explosivos.

#### Combustibles y lubricantes

El transporte, almacenamiento y distribución de combustibles y lubricantes requeridos para la operación de maquinaria y equipos, es responsabilidad del promovente. Para ello, se deben aplicar los procedimientos de manejo recomendados por los fabricantes.

En caso de almacenamiento de combustibles, se deberá contar con un almacén, el cual deberá contar con piso impermeable, así como rejilla con dique de contención en caso de derrame, que al menos contenga el 20% del volumen máximo almacenado.

### Manejo de Explosivos.

En el transporte, almacenamiento y distribución de los materiales explosivos requeridos para la ejecución de la obra se debe acatar a lo especificado por la SCT y a lo dispuesto al respecto por la Secretaría de la Defensa Nacional.

Obtener ante la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) los permisos sobre la adquisición, transporte, almacenamiento y uso de los materiales explosivos.

## **AGUA**

### *Manejo de aguas residuales*

Para evitar la contaminación del suelo y por infiltración del agua subterránea con residuos líquidos, se utilizarán letrinas móviles para el uso de los trabajadores; para lo cual se recomiendan que sea una letrina por cada 20 trabajadores. Dichas letrinas serán acondicionadas y mantenidas por empresas autorizadas, las cuales serán las responsables de la disposición final de los residuos que en dichas letrinas se generen. Evitando la defecación al aire libre que pudiera ser fuente de infección gastrointestinal.

Colocación de malla geotextil perimetral en los sitios de obra en ríos o arroyos, de tal forma que sirva de barrera antidispersante de sólidos, con la finalidad de evitar el flujo de sedimentos que se generen durante la etapa de construcción, evitando que las partículas sea arrasadas por las corrientes.

### **Drenes o cauces.**

En el caso de drenes o cauces, se deberán realizar obras de conducción que permitan el libre flujo del agua, de tal forma que no se interrumpa el libre flujo natural del agua, sobre todo en época de lluvia o de manera

permanente.

Realizar actividades de limpieza en los lechos de ríos o arroyos para el retiro de materiales de construcción que fueron generados durante las obras.

## **FLUJO VEHICULAR**

Durante la preparación del sitio, se deberá contar con señalamientos, lo cual permitirá que los vehículos que circulan sobre la carretera las principales vialidades y caminos de acceso, no se vean afectados por problemas de tránsito.

Asimismo, se deberán aplicar las siguientes disposiciones:

- Se deberán colocar letreros que anuncien la entrada y salida de vehículos y camiones de carga y/o maquinaria en la entrada de cada camino de acceso a sitios de obra y casa de máquinas.
- Por otro lado, el horario de transporte de materiales, personal y residuos sólidos domésticos; se deberá realizar en un horario de menor tránsito.

## **Seguridad e higiene**

En materia de Seguridad e Higiene se dará cumplimiento a las siguientes normas.

- NOM-004-STPS-1999 Título de la Norma: Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-001-STPS-1999 Título de la Norma: Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-1994 Título de la Norma: Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo.
- NOM-105-STPS-1994 Título de la Norma: Seguridad-Tecnología del fuego-Terminología
- NOM-113-STPS-1994 Título de la Norma: Calzado de protección.
- NOM-011-STPS-1993 Título de la Norma: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

- NOM-024-STPS-1993 Título de la Norma: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones.
- NOM-017-STPS-1993 Título de la Norma: Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
- NOM-121-STPS-1996 Título de la Norma: Seguridad e Higiene para los trabajadores

Finalmente, durante ésta etapa se deberán implementar acciones de prevención de deslizamiento de suelo, sobretodo en época de lluvias, los cuales se pueden presentar en las zonas de excavaciones para cimentaciones, zanjas para servicios de electricidad y agua.

Para efecto de evitar los deslizamientos de tierra se deberán implementar las siguientes acciones.

- Estabilización de taludes mediante obras de contención.
- Revisión de suelo removido susceptible de ocasionar movimientos, sobre todo en el caso de presentarse lluvias.

ETAPA: OPERACIÓN.

## AGUA

### Aguas residuales

Durante la operación de la casa de máquinas, se deberá diseñar la red de drenaje de todas las instalaciones. Se deben construir drenajes independientes para el agua pluvial que proceda de las instalaciones, mismos que se deben basar en obras sencillas (cunetas y contracunetas), y se debe encauzar hacia el drenaje natural.

Se deben construir sistemas de drenaje independiente para las aguas pluviales y sanitarias.

Las aguas residuales domésticas se deben tratar mediante sistemas que aseguren su depuración, de manera que den cumplimiento a la legislación vigente; en especial con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Se deberá realizar el trámite del registro y permiso de la descarga ante la Comisión Nacional del Agua (CNA). Éste se puede realizar una vez que se haya definido el sistema de tratamiento, el cual puede ser un sistema de tratamiento de las aguas residuales con tratamiento primario y posterior cloración antes de su disposición.

### **Gasto ecológico**

Se deberá aplicar el **Programa de Monitoreo de caudal ecológico**, con la finalidad de asegurar que en las tomas servadoras se respete el gasto mínimo de agua para la sobrevivencia de la vegetación y fauna acuática.

## AIRE

### **Calidad del aire**

Debido a la utilización de vehículos automotores y a la actividad vehicular que se realizarán en la etapa de operación, se ocasionarán emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, provocado por la combustión interna de los motores.

También se requiere de medidas de prevención, no rebasando los niveles máximos de permisibles de la siguiente Norma Oficial Mexicana, en materia de aire:

NOM-041-SEMARNAT-93, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles,

Se deberá seguir con el Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos.

## **SUELO**

Para evitar la contaminación del suelo por un inadecuado manejo de residuos peligrosos se dará continuidad con el manejo de los residuos mediante el **Programa de manejo de residuos peligrosos** implementado en las etapas de preparación del sitio y construcción.

## **SEÑALAMIENTOS.**

Se deberán colocar letreros que indiquen la velocidad máxima de caminos de acceso e internos, así como de entrada y salida de casa de máquinas.

## **PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL**

**Programa de monitoreo de la Calidad del Agua que contemple estaciones de monitoreo de toda la red hídrica que contempla el proyecto, así como en el portal de salida en Dos Ríos (opción 1 de portal de salida de margen izquierda) o aguas abajo en el río Atexcaco (opción 2):**

Monitoreo del agua turbinaza (en la etapa de operación).

Azolvamiento

Sólidos suspendidos totales

Sólidos disueltos.

Hidrocarburos (grasa, aceite, solventes, lubricantes, etc.).

Temperatura

Plomo

Oxígeno disuelto

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Demanda Química de Oxígeno

Productividad Primaria

Coniformes fecales  
Coniformes totales  
Turbidez  
pH  
Salinidad

Monitoreo de Calidad del agua de hidrocarburos y plomo tanto en la columna de agua como en los sedimentos.

**Programa de Monitoreo de caudal ecológico.**

Se deberá contar con un programa de monitoreo en las tomas derivadoras, de tal forma que se asegure su permanencia.

**Programa de mantenimiento de desaraenadores** en tomas derivadoras, presa Talconapann y canal derivador.

**ETAPA / ABANDONO DEL SITIO**

Durante la etapa de abandono del sitio, una vez concluida la vida útil del proyecto, se deberá desarrollar un programa de retiro de estructuras y de residuos de materiales de construcción, con la finalidad de evitar la proliferación del polvo y la disposición de los residuos generados.

**K. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE OBRAS.**
**Programa General de Trabajo.**

Las actividades relativas a la obra, a partir de la preparación del sitio, están programadas para su inicio en el mes de septiembre del 2005 y su finalización en septiembre del 2007, es decir, consisten en 24 meses de trabajo efectivo (**tabla R.16**). Asimismo, la vida útil del proyecto está calculada en 50 años, a partir de un periodo de pruebas contempladas durante el segundo semestre del año 2005.

**Tabla R.16. Programa de trabajo.**

ETAPAS	AÑOS			
	1	2	3	Más de 4 al 50
Preparación del sitio.				
Construcción.				
Periodo de pruebas.				
Operación.				

## L. CONCLUSIONES.

Con base en la caracterización del entorno en el sitio donde se desarrollará el **Proyecto Hidroeléctrico Atexcaco**, y una vez realizada la revisión de los instrumentos de política ambiental, así como de las acciones que involucran el proyecto en sus diferentes etapas, se procedió a la aplicación de metodologías para la identificación y evaluación de los impactos ambientales tanto positivos como negativos.

Una vez identificados los impactos ambientales en cada una de las etapas, se procedió a la descripción de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, así como de un programa de monitoreo ambiental durante la operación del proyecto.

Finalmente, y con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales más significativos, se observa que en su mayoría los impactos son mitigables.

Por lo antes expuesto, el **“Proyecto Hidroeléctrico Atexcaco”**, ubicado en los municipios de Hueyapan, Tlatlauquitepec y Yaonáhuac, en el estado de Puebla, se considera **FACTIBLE** desde el punto de vista ambiental.