

CONTENIDO CAPÍTULO I

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto.

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

I.1.3 Duración del proyecto.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio.

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

I.1 Datos Generales del proyecto.

Con fundamento en lo que señala el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental en su artículo 12 fracción I, el objetivo de este apartado se orienta a ofrecer la identificación de los principales datos del proyecto, promovente y responsable del estudio de impacto ambiental.

I.1.1 Nombre del proyecto.

Proyecto Hidroeléctrico DIEGO.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El sitio del proyecto se ubica en los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec en la Región Sierra Nororiental, del estado de Puebla, aprovechando la corriente del Río Apulco, perteneciente a la cuenta del Río Tecolutla.

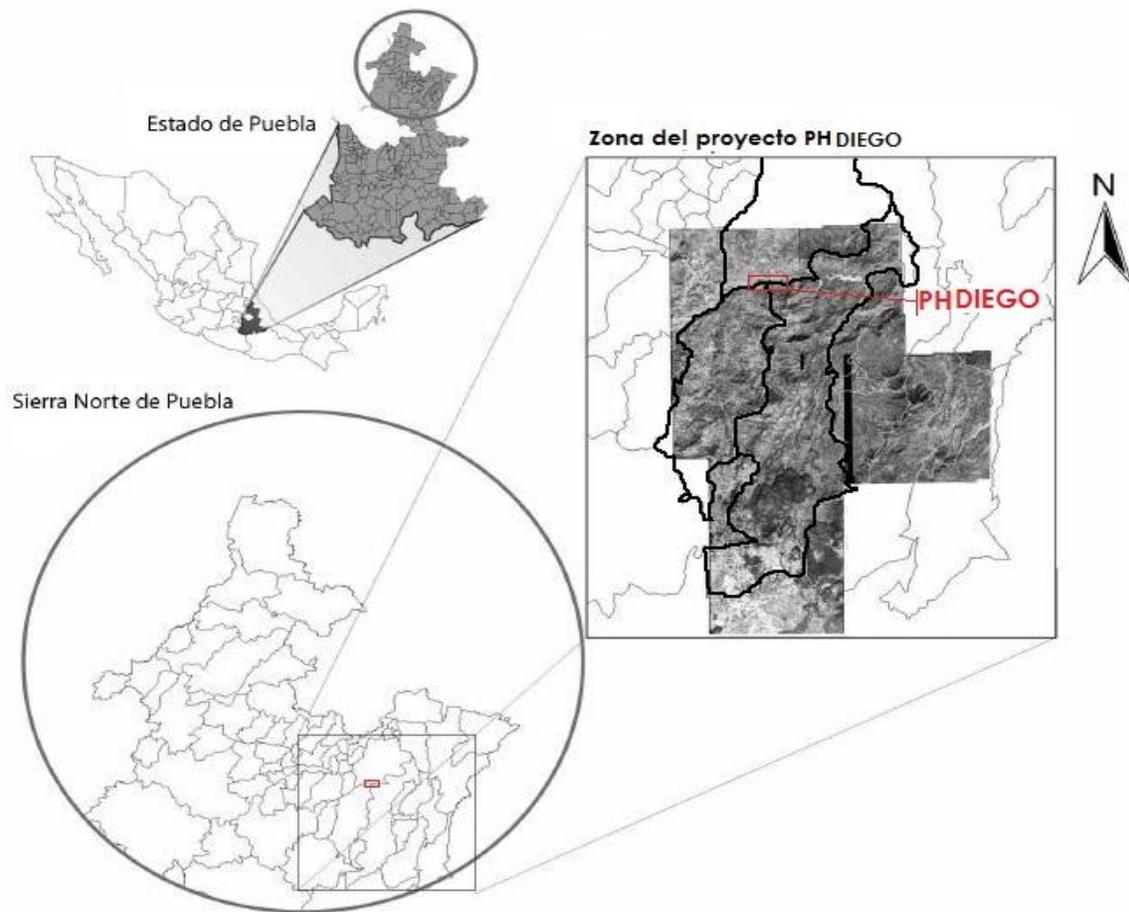


Imagen 1.1. Ubicación de los municipios en un contexto estatal y regional.

I.1.3. Duración del proyecto.

El periodo de duración del proyecto se distribuye conceptualmente en: Planeación y estructuración financiera 2 años, construcción 2 años, operación y mantenimiento 60 años, abandono 2 años.

I.2. Datos Generales del promovente.

I.2.1 Nombre o Razón Social.

Controladora de Operaciones de Infraestructura, S.A. de C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

I.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

Gerardo Serrato Ángeles, Director de Energía.

I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio.

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental, quienes *elaboren las manifestaciones de impacto ambiental deberán observar lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.*

Los responsables técnicos de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO son:

Perito Ambiental

Nombre: Pedro Amado Flores Chacón

Perito Forestal

CONTENIDO DEL CAPITULO II

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.
II.1 Información general del proyecto, plan o programa
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.
II.1.2 Justificación.
II.1.3 Ubicación física
II.1.4 Inversión requerida
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa
II.2.1 Programa de trabajo

II.2.2 Representación gráfica regional
II.2.3 Representación gráfica local
II.2.4 Preparación del sitio y construcción.
II.2.5 Operación y mantenimiento.
II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.
II.2.7 Residuos.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se resumirá la información de las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo por el desarrollo del proyecto. La información requerida deberá detallar de manera precisa los objetivos del proyecto (¿qué se quiere hacer?, ¿para qué?, ¿quién? Y ¿dónde?) y, concluirá con la identificación y descripción de los componentes del proyecto que pudieran causar impactos ambientales a algún o algunos factores del medio ambiente.

En este sentido, este apartado se orienta a ofrecer una caracterización de los elementos constructivos y de infraestructura que operarán durante las diferentes fases del proyecto, describiéndolos y analizándolos, en forma integral, con el objeto de hacer una correcta identificación de sus características y condiciones.

II.1. Información general del proyecto

El proyecto hidroeléctrico, es un proyecto de generación de energía eléctrica en pequeña escala, que consiste principalmente en la instalación y operación de una planta de generación con capacidad nominal de 26 MW, para la interconexión eléctrica a la red nacional, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Esto es, la energía generada por el proyecto será entregada a la CFE para su transmisión, distribución y comercialización.

Como energía primaria se utilizará la energía cinética y potencial del flujo de agua del Río Apulco, ubicado en el Estado de Puebla, la cual será convertida primero en energía mecánica para después convertirla en energía eléctrica con la mejor y más limpia tecnología actualmente disponible.

El desarrollo del proyecto se localiza en la subcuenca delimitada para el análisis ambiental cuyo nombre adquiere el mismo que el cauce principal, siendo este la subcuenca "e" del Río Apulco, aprovechando las aguas de dicho río, perteneciente a la cuenca B del Río Tecolutla. Se ubica en la porción Nororiental del estado de Puebla, comprendiendo una pequeña porción de los municipios de Zacapoaxtla, Cuetzalan del Progreso y Tlatlauquitepec.

El proyecto contará con un equipamiento de estructuras que permitirán la generación y trasmisión media anual de 102.39 GWh, con una potencia de 26 Mw, con un gasto máximo para equipamiento de 12 m³/s.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Así mismo, se considera una línea de transmisión para llevar el flujo eléctrico desde la casa de máquinas (CM), hasta una Central Eléctrica en Cuetzalan del progreso, ubicada a unos 7 Km al norte de la casa de máquinas.

Se identificó el esquema de obras del Proyecto Hidroeléctrico DIEGO, en el Río Apulco; para lo cual se analizó la topografía del INEGI, con escala 1:20,000.

Con la definición del agua disponible, se identificó el posible esquema de obras, con la finalidad de determinar, de manera 'gruesa', la viabilidad del proyecto, desde el punto de vista técnico para su construcción.

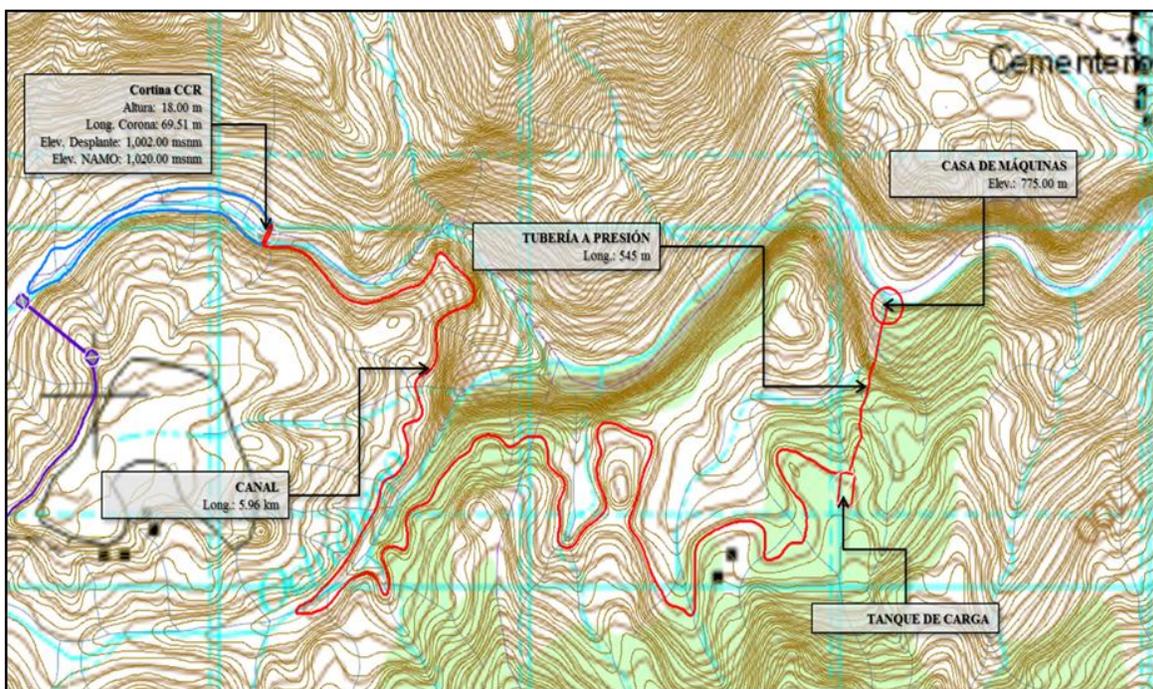


Imagen 2.1 Esquema de obras del proyecto.

De acuerdo al esquema de obras para el proyecto se contempla la construcción una obra de cortina CCR (obra de contención y/o boquilla) misma que se encuentra en las coordenadas $19^{\circ}57'43.75''$ N en la latitud N y $97^{\circ}32'10.79''$ Longitud O en la longitud oeste, con una elevación en el lecho del río de 1,002.00 msnm, cuya altura es de 18.0 m alcanzando la elevación al NAMO en 1,020.00 msnm y con una longitud de corona de 99.78 m; un canal desarenador que se localizará a 54.00 m, aguas abajo del eje de la cortina para evitar en lo posible presencia de partículas en la conducción del agua, se conducirá el agua captada en la obra de toma, a través de un canal de conducción(CC) de 5.96 km, hasta llegar a un tanque de regulación, que se encontrará en las coordenadas $19^{\circ} 57' 20.53''$ en la latitud norte y $97^{\circ} 31' 06.79''$ en la longitud oeste, dicho tanque permitirá regular un volumen aproximado de 28,800 m³ de agua almacenada, para posteriormente entregar el agua a la casa de máquinas cuya elevación en el río es a 775.00 msnm, por medio de una tubería a presión (TP) de 545 m. La casa de máquinas (CM) se encontrará en las coordenadas $19^{\circ}57'36.36''$ en la latitud norte y $97^{\circ}30'59.75''$ en la longitud oeste, misma que estará dotada de dos turbinas tipo Francis de eje horizontal para un gasto máximo de 12 m³/s (8 m³/s y 4 m³/s, respectivamente), finalmente se contempla un canal de desfogue que permitirá devolver el agua al Río Apulco. Con este esquema se obtiene una carga bruta de 245.00 m. Asimismo se contemplan la modernización de 7 km de caminos de accesos (CA) para las obras del proyecto y la apertura de 1.8 Km.

Tabla 2.1 Parámetros de entrada para el predimensionamiento de las obras.

Esquema	
Gasto medio anual (m ³ /s)	8.00
Elevación de desplante de Captación (msnm)	1,002.00
Elevación al NAMO (msnm)	1,020.00
Long. Corona (m)	99.78
Carga Bruta (m)	245.00
Longitud de canal (km)	5.96
Longitud de tubería (m)	545.00
Q equip. Recomendado (m ³ /s)	12.00
Q _{u1} (m ³ /s)	8.00
Q _{u2} (m ³ /s)	4.00
PI (MW)	26.00
GMA (WGh)	102.39
FP	0.45

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Para poder entender la integración de la presente propuesta es importante señalar que el proyecto pertenece al:

Sector: Eléctrico.

Subsector: Hidroeléctrico.

Tipo de proyecto: Energía Renovable

Tomando en cuenta que el proyecto es de generación de energía eléctrica, requiere de la construcción de una presa derivadora conjuntamente con un grupo de obras que permitirán la conducción y aprovechamiento de la energía cinética del agua para la generación de dicha energía eléctrica.

El proyecto contempla también la ampliación y modernización de vías generales de comunicación y de las correspondientes líneas de transmisión tanto de 115 kV como de 230 kV. Por lo que este tipo de obras están asociados al desarrollo del proyecto principal.

Las actividades relacionadas con el proyecto y su proceso de construcción y operación, implican la remoción de cobertura vegetal natural y agrícola, y la modificación de los sitios de obras permanentes. Por tanto y en concordancia con los lineamientos jurídicos aplicables en el país, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), son las leyes que de manera general regulan la construcción del proyecto. Por lo tanto se considera que el proyecto está regulado por el artículo 5º del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, en particular lo que se refiere a las fracciones A) Hidráulico: Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas... B) Vías Generales de Comunicación. K) Industria Eléctrica: Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelctricas, eoloelctricas o termoelctricas, convencionales... O) Cambio de Uso del Suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. R) Obras en ríos o zonas federales.

De manera similar, la construcción de las obras se realizará en la zona federal de los cauces de los ríos por aprovechar. Por lo que para la obtención de las autorizaciones correspondientes se requiere la opinión técnica de la SEMARNAT mediante la autorización de la MIA Modalidad Regional del proyecto.

Por tal motivo el proyecto descrito en el presente estudio de impacto ambiental, requiere la presentación de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad Regional de acuerdo al artículo 11 del mismo REIA, para lo cual el presente documento funge como la Manifestación de Impacto Ambiental; en concordancia con las especificaciones mínimas necesarias publicadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), según la guía para la elaboración de la manifestación del impacto ambiental modalidad regional, en el anexo del sector eléctrico.

II.1.2 Justificación del proyecto

Aprovechar la corriente del Río Tlacoxolo y/o Apulco sin afectar la fauna acuática, además se asegurara que las obras relacionadas al proyecto hidroeléctrico generen la menor cantidad de impactos negativos, enfocándose únicamente a lo necesario, además se consideraran medidas de mitigación que permitirán minimizar y atenuar los impactos generados por las obras.

El proyecto incrementará la producción de energía eléctrica, sin requerir el uso de sistemas tradicionales de producción (termoeléctricas, carboeléctricas, entre otras) que emplean combustibles fósiles y generan volúmenes considerables de emisiones contaminantes. Lo anterior equivale a generar electricidad sin producir emisiones contaminantes. las emisiones a la atmósfera provenientes de las plantas termoeléctricas que utilizan combustóleo y diesel, debido a que sus emisiones representan el 79% y el 35%, respectivamente, de las emisiones de SO₂ y NO_x del sector eléctrico

nacional (Miller y Van Atten, 2004).

Para dar contexto a estas cifras, vale decir que en México, de acuerdo con la Secretaría de Energía, el sector eléctrico aporta aproximadamente el 68% de las emisiones totales nacionales de SO₂, el 20% de las emisiones de NO_x, y aproximadamente el 24% de las emisiones de partículas primarias (SENER, 2001).

Lo anterior equivale a generar electricidad sin producir emisiones contaminantes.

Tabla 2.2. Principales contaminantes emitidos por el uso de distintos combustibles.

Combustible	Contaminantes emitidos	
Carbón	<ul style="list-style-type: none"> • Monóxido de carbono • Plomo • Óxidos de nitrógeno • Partículas suspendidas primarias • Óxidos de azufre • Antimonio y sus compuestos • Berilio y sus compuestos 	<ul style="list-style-type: none"> • Metales pesados (cadmio, cromo, cobalto, mercurio, níquel) y sus compuestos • Dioxinas y furanos • Etilbenceno • Formaldehído • Ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico • Aromáticos (benceno, tolueno y xileno)
Gas natural	<ul style="list-style-type: none"> • Monóxido de carbono • Plomo • Óxidos de nitrógeno • Partículas suspendidas • Óxidos de azufre 	<ul style="list-style-type: none"> • Metales pesados (cadmio, cromo, cobalto, mercurio, níquel) y sus compuestos • Formaldehído • Aromáticos (tolueno y benceno)
Combustibles pesados (combustóleo)	<ul style="list-style-type: none"> • Monóxido de carbono • Plomo • Óxidos de nitrógeno • Partículas suspendidas primarias • Óxidos de azufre • Benceno • Berilio y sus compuestos 	<ul style="list-style-type: none"> • Metales pesados (cadmio, cromo, cobalto, mercurio) y sus compuestos • Dioxinas y furanos • Etilbenceno • Formaldehído • Manganeso y sus compuestos

Fuente: www.inecc.gob.mx

En materia de energías renovables y eficiencia energética, el mismo Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, determina que una de las cinco metas nacionales (*IV. México Próspero*) de la presente Administración será

generar un crecimiento económico sostenible e incluyente que esté basado principalmente en el desarrollo sustentable. Para ello, se propone impulsar el uso de fuentes de energías alternativas, así como, la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales. De esta forma, se pretende conciliar las necesidades de consumo de energía de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales.

Por otra parte, el desnivel y fuerza del agua, no afectará el equilibrio ecológico que actualmente caracteriza al Río Tlacoxolo y/o Apulco, por las siguientes razones:

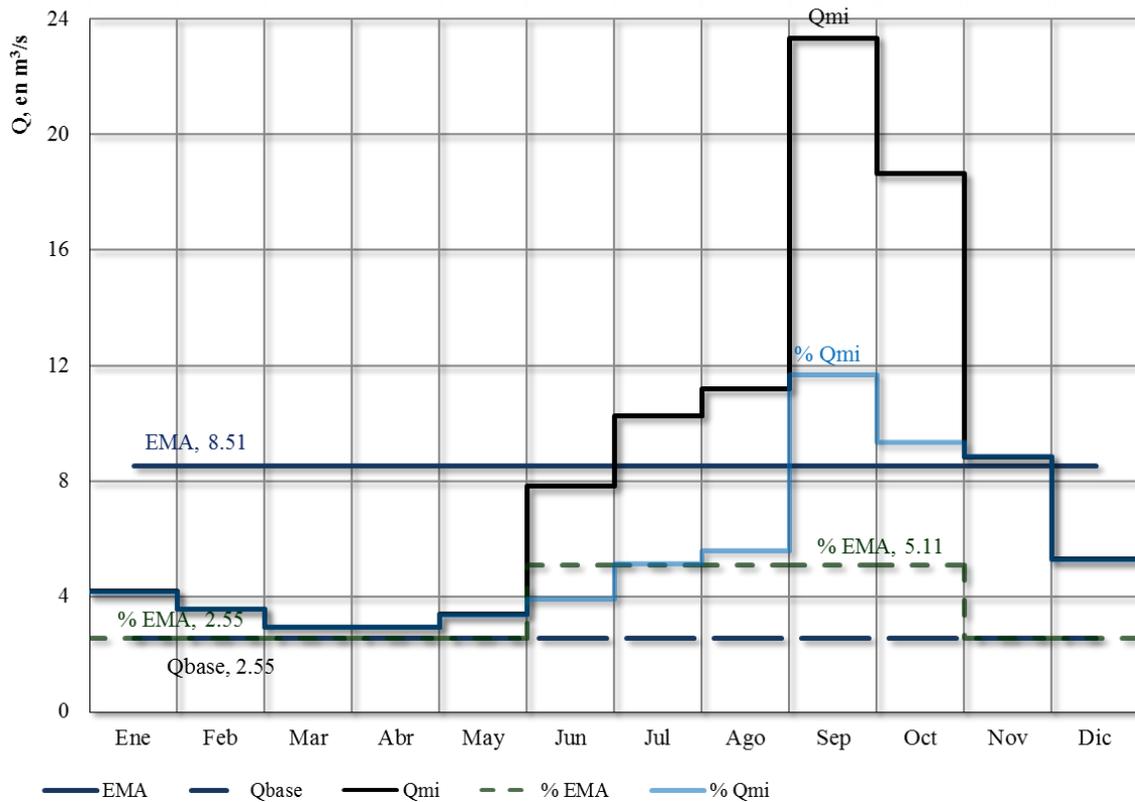
- La boquilla que se construirá, servirá únicamente para retener parte del agua y encauzar los gastos extraordinarios hacia el CC, por la parte superior de la boquilla, seguirán escurriendo de manera controlada, los gastos ordinarios del río.
- Desde la obra de toma ubicada en la margen derecha de la boquilla, y que alimenta el CC hasta el sitio donde se realizará la descarga del agua, en el cauce del río. En época de estiaje, se mantendrá un flujo constante en el tramo entre la obra de toma y descarga de la CM, tal y como sucede en la época de estiaje. En el caso de que en las avenidas, no se alcancen los gastos necesarios para la generación de energía, el equipo generador, dejara de funcionar. Ya que el sistema está diseñado para aprovechar los gastos extraordinarios. Garantizando con esto, mantener el estado que caracteriza actualmente a la biota acuática.
- En los casos que se disminuya el nivel de agua determinado como mínimo establecido para este río (caudal ecológico), el proyecto

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

disminuirá a su vez la captación del agua, dejando fluir el agua hasta el nivel que garantice el caudal ecológico.

Tabla 2.3. Estimación de caudal ecológico para el proyecto.

Gastos, en m ³ /s	Estiaje					Avenidas					Estiaje	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Q _{mi}	4.15	3.56	2.97	2.94	3.36	7.80	10.26	11.19	23.35	18.63	8.84	5.26
Q _{Max}	11.66	6.68	5.06	5.13	9.32	26.53	23.14	33.79	94.10	46.15	23.28	9.47
Q _{Min}	2.33	2.33	2.18	1.45	1.67	2.11	3.56	3.37	3.87	7.41	3.24	2.74
EMA	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51
% EMA	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	2.55	2.55
% Q _{mi}	4.15	3.56	2.97	2.94	3.36	3.90	5.13	5.59	11.67	9.31	8.84	5.26
Q _{base}	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55



Gráfica 2.1. Estimación de caudal ecológico para el proyecto.

Donde:

Q_{mi} Es el gasto medio mensual para el mes i, en m³/s.



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

QMáx	Es el gasto máximo mensual del registro de gastos medios mensuales para el mes i , en m^3/s .
QMín	Es el gasto mínimo mensual del registro de gastos medios mensuales para el mes i , en m^3/s .
EMA	Escorrentamiento medio anual.
% Qmi	Es el gasto ecológico a partir del gasto medio mensual para el mes i , en m^3/s .
% EMA	Es el gasto ecológico a partir del escorrentamiento medio anual, en m^3/s .

- El proyecto que se analiza, en su CC, pretende desarrollarse en una longitud de 5,962.34 m, y los flujos de agua que servirán para mover las turbinas, se devolverán al río sin modificar sus condiciones o calidad, por lo cual no fragmentará o afectará al ecosistema. Por tanto, el proyecto, garantizará que el Río Tlacoxolo y/o Apulco, cuyo curso corre en forma paralela al CC del proyecto, mantenga un caudal, constante y ligeramente superior al caudal mínimo estimado, en el tramo entre la obra de toma y sitio de descarga de la CM.

Objetivo del proyecto

Obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la concesión de la zona federal en el Río Tlacoxolo y/o Apulco, así como para el cambio de uso de suelo, del área que se ocupara por la instalación de una hidroeléctrica para la generación de energía eléctrica limpia y sustentable, que proviene de fuentes renovables por medio del aprovechamiento de la energía potencial de su caudal y aprovechado de una corriente de agua superficial.

II.1.3 Ubicación física

El sitio del proyecto se encuentra en la RH-27 denominada Tuxpan-Nautla; en la cuenca hidrológica B del Río Tecolutla, subcuenca e del Río Tlacoxolo y/o Apulco, aprovechando las aguas del Río Tlacoxolo y/o Apulco como cauce principal, es importante señalar que el río limita los municipios de Zacapoaxtla, Cuetzalan del Progreso y Tlatlauquitepec. Las obras correspondientes a la boquilla se localizarán en ambos municipios; en tanto que las obras consistentes al canal de conducción, abarcará a los municipios de Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, el tanque regulador, tubería de presión, casa de máquina y subestación, canal de desfogue se constituirán en el municipio de Tlatlauquitepec, las obras correspondientes a la boquilla abarcará a los municipios de Cuetzalan del Progreso y Zacapoaxtla.

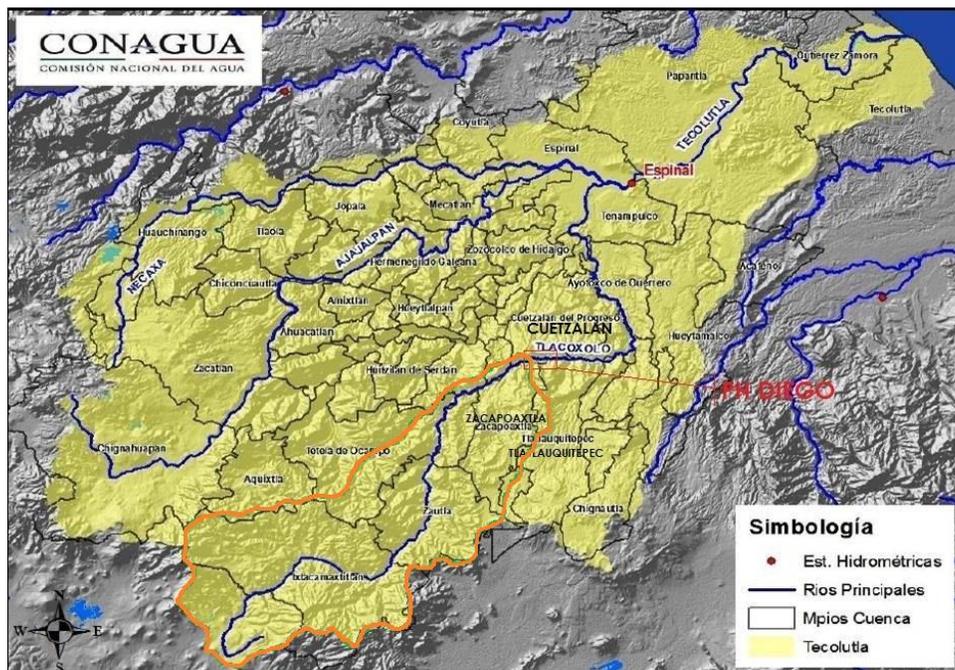


Imagen 2.2. Ubicación del proyecto en la cuenca hidrológica del Río Tecolutla.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Tabla 2.4. Coordenadas Geográficas de los sitios (DATUM WGS84).

Vértice	Coordenadas geográficas	
	Lat N	Long O
Boquilla		
Centroide	19°57'43.75"	97°32'10.79"
Obra de toma (OT)		
a	19°57'43.13"	97°32'11.44"
Tanque regulador (TR)		
Centroide	19°57'20.29"	97°31'6.78"
Tubería de presión (TP)		
SALIDA	19°57'21.96"	97°31'6.48"
ENTRADA	19°57'36.78"	97°31'1.24"
Casa de máquinas (CM)		
Centroide	19°57'36.36"	97°30'59.75"

Vértice	Coordenadas geográficas	
	Lat N	Long O
Canal de conducción (CC)		
1	19°57'42.18"	97°31'51.64"
2	19°57'9.96"	97°32'7.79"
3	19°57'24.59"	97°31'44.08"
4	19°57'15.53"	97°31'38.16"
5	19°57'26.43"	97°31'34.05"
6	19°57'24.88"	97°31'28.37"
7	19°57'17.53"	97°31'30.87"
8	19°57'9.30"	97°31'23.95"
9	19°57'23.90"	97°31'14.31"
10	19°57'21.93"	97°31'7.36"

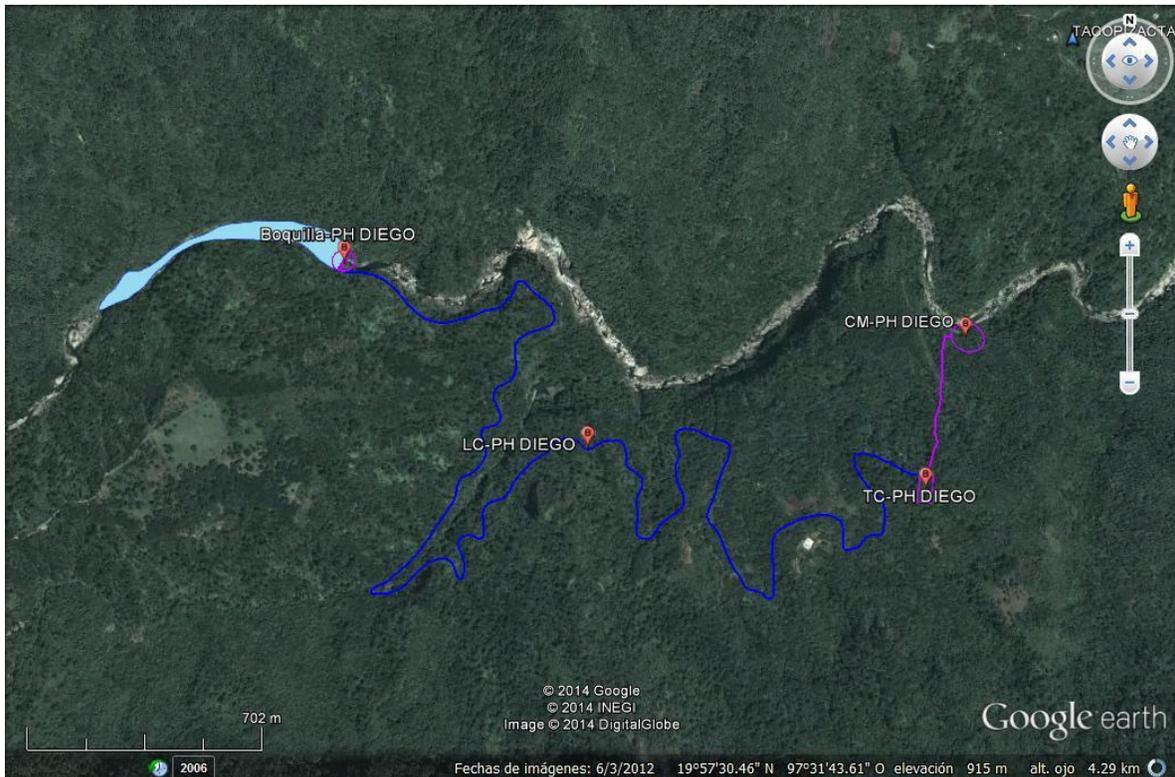


Imagen 2.3. Esquema de obras del proyecto.

II.1.4 Inversión requerida

El proyecto en su conjunto está compuesto por los elementos que a continuación se presentan con su importe correspondiente:

Tabla 2.5. Conceptos y monto estimado del proyecto.

Descripción	Importe (USD)
Obra civil	9,787,675.10
Equipamiento electromecánico	14,299,903.11
Línea de transmisión	5,500,000.00
Caminos de acceso	2,600,000.00
TOTAL	32,187,578.21

II.2. Características particulares del proyecto

Contempla la construcción una obra de cortina CCR (obra de contención y/o boquilla) misma que se encuentra localizado en las coordenadas 19°57'43.75" en la latitud N y 97°32'10.79" Longitud O en la longitud oeste, con una elevación en el lecho del río de 1,002.00 msnm, cuya altura es de 18.0 m alcanzando la elevación al NAMO en 1,020.00 msnm y con una longitud de corona de 99.78 m; un canal desarenador que se localizará a 54.00 m, aguas abajo del eje de la cortina para evitar en lo posible presencia de partículas en la conducción del agua, se conducirá el agua captada en la obra de toma, a través de un canal (C) con una longitud de 5.96 km, hasta llegar a un tanque regulador (TR) que se encontrará en las coordenadas 19° 57' 20.53'' en la latitud norte y 97° 31' 06.79'' en la longitud oeste, dicho tanque permitirá regular un volumen aproximado de 28,800 m³ de agua almacenada, para posteriormente entregar el agua a la casa de máquinas cuya elevación en el río es a 775.00 msnm, por medio de una tubería a presión (TP) de 545 m. La casa de máquinas (CM) se

encontrará en las coordenadas $19^{\circ}57'36.36''$ en la latitud norte y $97^{\circ}30'59.75''$ en la longitud oeste, misma que estará dotada de dos turbinas tipo Francis de eje horizontal para un gasto máximo de $12 \text{ m}^3/\text{s}$ ($8 \text{ m}^3/\text{s}$ y $4 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente), finalmente se contempla un canal de desfogue que permitirá devolver el agua al Río Apulco. Con este esquema se obtiene una carga bruta de 245.00 m. Asimismo se contemplan la modernización de 7 km de caminos de accesos (CA) para las obras del proyecto y la apertura de 1.8 Km.

Se contempla una cortina, que desde el lecho del río a la elevación del NAMO, tendrá una altura de 18.00 m. Y de los resultados del estudio hidrológico, se obtuvo una avenida de diseño para un periodo de retorno de 20 correspondiente a un caudal de $567.82 \text{ m}^3/\text{s}$. Con base en la topografía actual, se observa que el lecho del río en la zona de la captación presenta un ancho de, aproximadamente, 30 m; de tal forma que para su manejo, se considera un tajo o un canal, para el que se definirá su geometría y ubicación a partir de las recomendaciones del área de geotecnia, el cual, para la estimación de volúmenes se consideró de sección rectangular con un ancho de plantilla de 10 m, y para el que se obtiene un tirante de 5.50 m. Para este tirante se requiere de un bordo libre con el que se obtendría una altura de muro de 6.20 m, de tal forma que sólo se encontraría a 1.90 m de la corona de la cortina. Por lo tanto, se considera que la cortina puede construirse hasta su elevación máxima, dejando el tajo o canal de 10 m de ancho en plantilla, el cual se cerrará cuando se haya concluido la cortina y sea capaz de permitir el paso del agua a través de ella.

Tabla. 2.6. Cuadro general con las características del proyecto

Proyecto Hidroeléctrico DIEGO	
Propiedad	Dimensión
GENERACION	
Estado	Puebla
Río	Apulco
Q equipado	12 m ³ /s
Q u1	8 m ³ /s
Q u2	4 m ³ /s
Potencia	26 MW
Generación	102.39 GWh/año
F.P.	0.45
Carga Bruta	245 m
Carga Neta	EN PROCESO
CAPTACION	
Elev. de río	1,002.00 msnm
NAMO	1,020.00 msnm
NAME	1,027.29 msnm
Avenida	1,031.51 m ³ /s
Altura	18.00 m
Long. Corona	99.78 m
Corona	1,030.80

CONDUCCION	
Q diseño	12.00 m ³ /s
So	0.001
Longitud (Canal)	5,962.34 m
Sección	Trapezial
b	1.60 m
h	2.10 m
Talud	Canal 1:1
TANQUE DE CARGA	
Q diseño	4 m ³ /s
Vol.	28,800.00 m ³
Ancho	67.00 m
Longitud	67.00 m
Altura	8.00 m
CONDUCCION A PRESION	
Q TOTAL	12 m ³ /s
D principal	1.70 m
Longitud	545 m
Pérdidas	EN PROCESO
CASA DE MAQUINAS	
Longitud	19.15 m
Ancho	34.40 m
Altura	15 m

Estudios previos

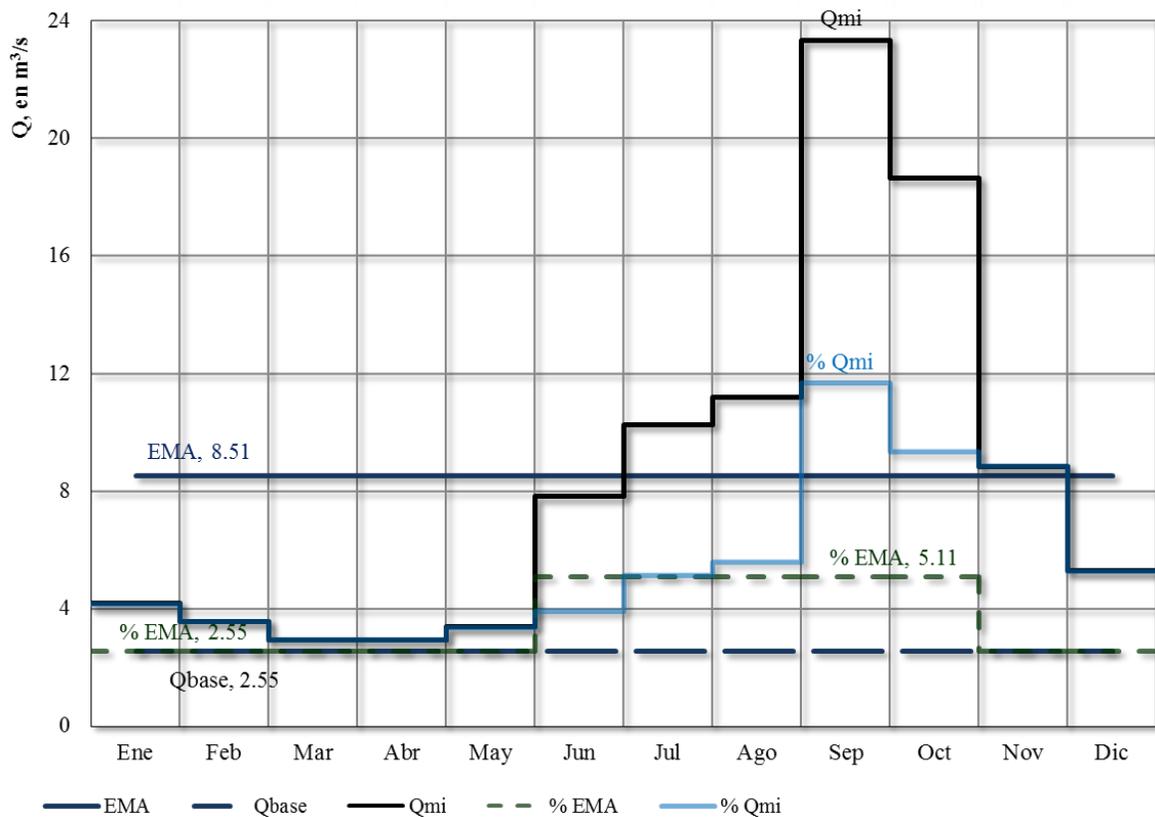
Estudio Hidrológico

Para determinar la disponibilidad del agua, se realizó el estudio hidrológico de gabinete, en el cual se estimaron los escurrimientos característicos en los periodos de estiaje y en el de avenidas, observándose la existencia de una variación importante entre ellos.

Ahora bien, de acuerdo con la clasificación de la zona, se observa que la norma indica que se requiere de un gasto ecológico del 100% del gasto medio mensual para la época de estiaje, mientras que para el periodo de

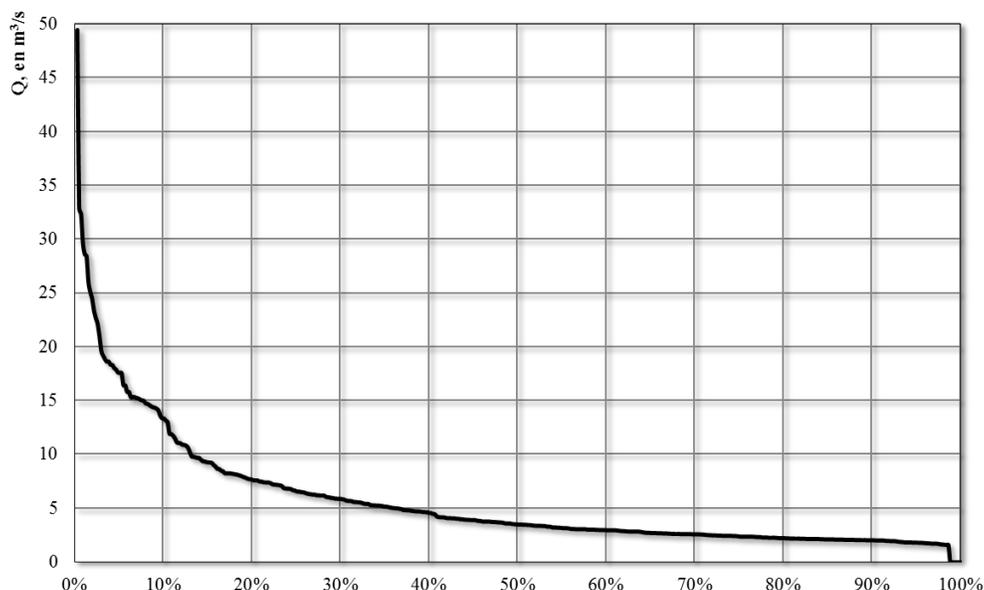
avenidas, se requiere de un gasto ecológico correspondiente a un 60% del gasto medio mensual.

Por este motivo, y debido a que el caudal ecológico representa un volumen importante del gasto escurrido, se propuso que, para mantener un aprovechamiento óptimo del agua, se podría considerar un arreglo de equipamiento que considere una unidad para generación con el gasto ecológico y otra que en la época de avenidas pueda aprovechar un mayor volumen, con lo cual se obtendría un esquema con dos unidades de generación.



Gráfica 2.2. Gastos medios mensuales en la captación del proyecto, en el Río Apulco

En la siguiente gráfica se presenta la curva de permanencia de gastos para el sitio definido como la captación de los escurrimientos para su aprovechamiento.



Gráfica 2.3. Curva de Gastos – Probabilidades en la zona de captación del proyecto, en el Río Apulco

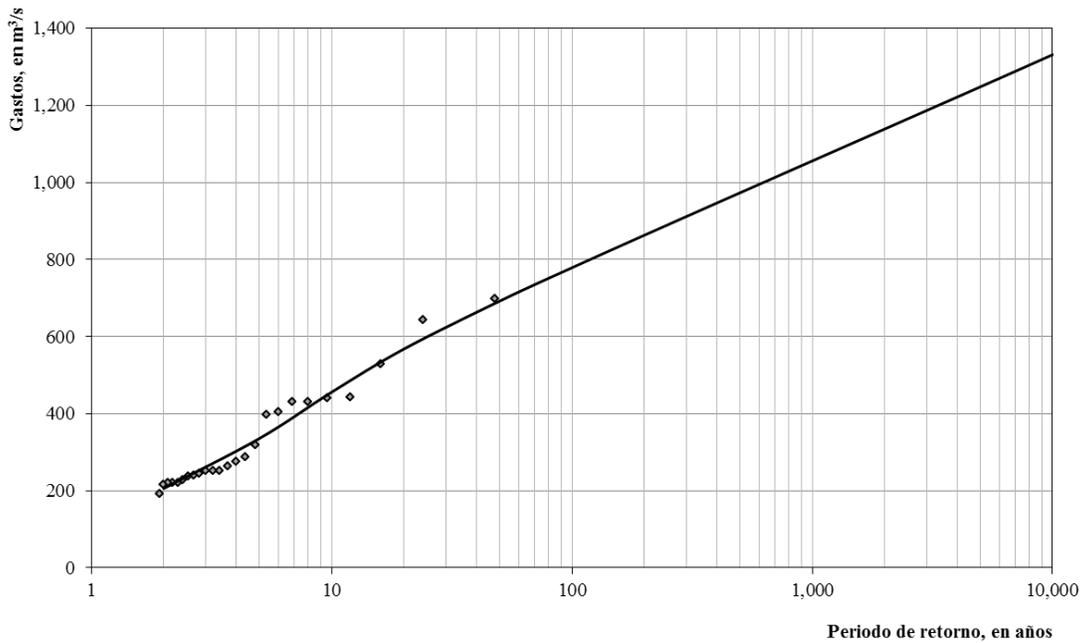
Por otra parte, para el diseño de las obras de excedencias y de desvío, se obtuvieron las avenidas que se presentan en la siguiente tabla y su imagen correspondiente, obtenidos del ajuste a la función de distribución Doble Gumbel.

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..7.

Avenidas de diseño para el proyecto.

T (Años)	PH DIEGO
2	205.89
5	335.49
10	455.89

20	567.82
50	692.12
100	778.82
200	863.09
500	973.02
1,000	1,055.81
2,000	1,138.55
5,000	1,248.02
10,000	1,331.51



Gráfica 2.4. Avenidas de diseño para el proyecto.

Esquema de obras

Con la definición del agua disponible, se identificó el posible esquema de obras, con la finalidad de determinar la viabilidad del proyecto, desde el punto de vista técnico para su construcción.

De acuerdo al esquema de obras para el proyecto se contempla la construcción una obra de cortina CCR (obra de contención y/o boquilla) misma que se encuentra en las coordenadas $19^{\circ}57'43.75''$ latitud N y $97^{\circ}32'10.79''$ longitud oeste, con una elevación en el lecho del río de 1,002.00 msnm, cuya altura es de 18.0 m alcanzando la elevación al NAMO en 1,020.00 msnm y con una longitud de corona de 99.78 m; un canal desarenador que se localizará a 54.00 m, aguas abajo del eje de la cortina para evitar en lo posible presencia de partículas en la conducción del agua; El agua captada en la obra de toma se conducirá a través de un canal (C) de 5.96 km, hasta un tanque regulador (TR) que se encontrará en las coordenadas $19^{\circ} 57' 20.53''$ en la latitud norte y $97^{\circ} 31' 06.79''$ en la longitud oeste, dicho tanque permitirá regular un volumen aproximado de 28,800 m³ de agua almacenada, para posteriormente entregarla a la CM cuya elevación en el río es a 775.00 msnm, por medio de una tubería a presión (TP) de 545 m. La casa de máquinas (CM) se encontrará en las coordenadas $19^{\circ}57'36.36''$ en la latitud norte y $97^{\circ}30'59.75''$ en la longitud oeste, misma que estará dotada de dos turbinas tipo Francis de eje horizontal para un gasto máximo de 12 m³/s (8 m³/s y 4 m³/s, respectivamente), finalmente se contempla un canal de desfogue que permitirá devolver el agua al Río Apulco. Con este esquema se obtiene una carga bruta de 245.00 m. Asimismo se contemplan la modernización de 7 km de caminos de accesos (CA) para las obras del proyecto y la apertura de 1.8 Km.

En la siguiente imagen se muestra el esquema de obras considerado, con base en topografía con escala 1:20,000 y curvas equidistantes a 10 m.

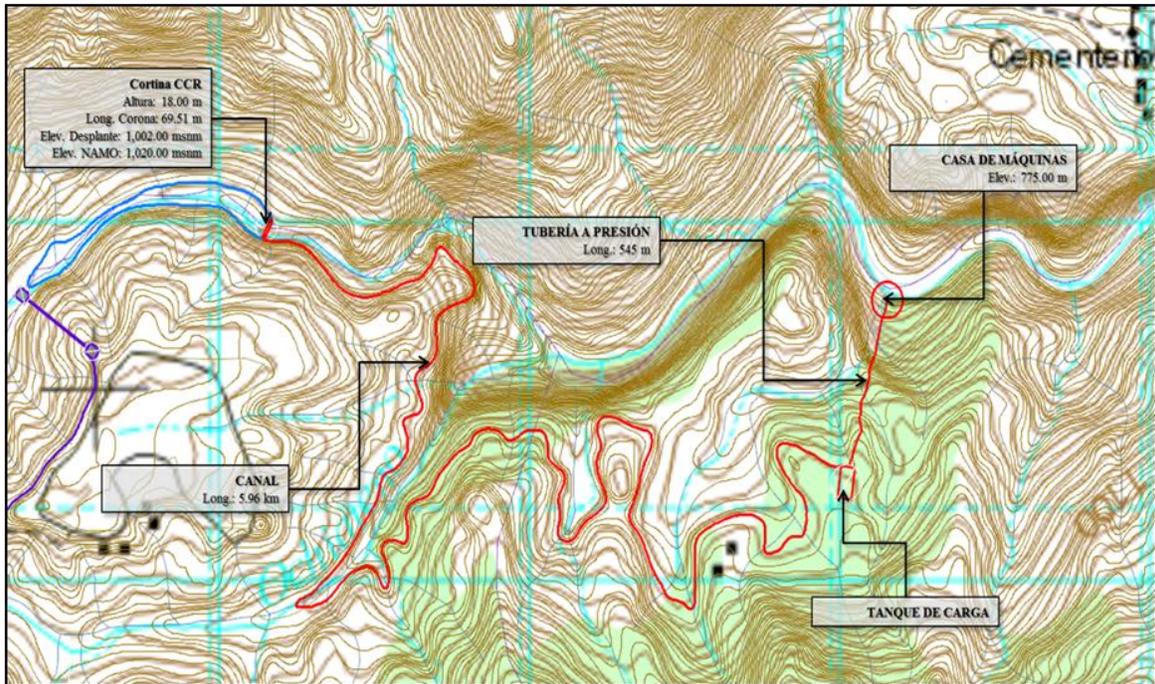


Imagen 2.4. Esquema de obras para el proyecto.

Análisis hidroenergético

Se realizaron los funcionamientos de vaso para diferentes condiciones de equipamiento, considerando siempre 2 unidades de capacidad variable, en el supuesto de que la de menor capacidad, pueda aprovechar los escurrimientos en la época de estiaje y con ello el gasto ecológico.

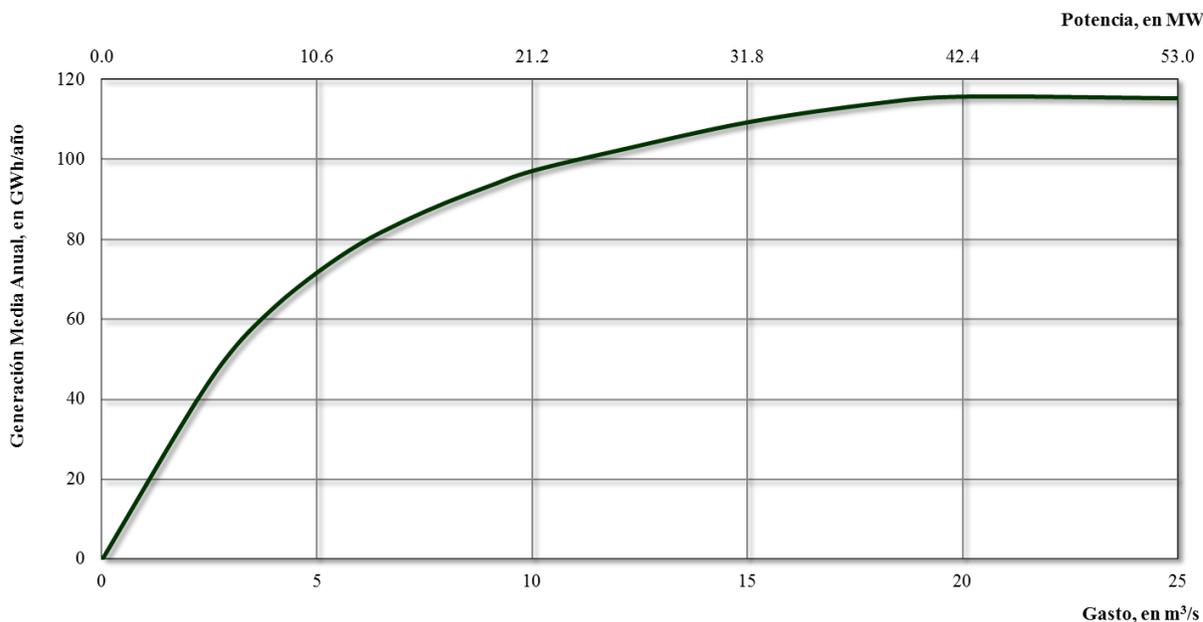
En la siguiente imagen y tabla correspondiente se muestran los resultados del estudio Hidroenergético para dos unidades de generación.

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8.

Generación media anual para dos unidades.

Gasto (m ³ /s)	Equipado	Q _{u1}	Q _{u2}	Potencia (Mw)	GMA (GWh)	FP	Vol. Derramado (mill. m ³)
0		0	0	0	0		
2.00		2.00	0.00	5.00	36.39	0.8306	150.83
3.00		3.00	0.00	7.00	52.08	0.8488	123.98
4.00		1.00	3.00	9.00	63.17	0.8003	105.00
5.00		1.00	4.00	11.00	71.87	0.7447	90.12
6.00		2.00	4.00	13.00	79.08	0.6933	77.77
7.00		2.00	5.00	15.00	84.62	0.6428	68.29
8.00		2.00	6.00	17.00	89.38	0.5990	60.15
9.00		3.00	6.00	19.00	93.49	0.5606	53.11
10.00		3.00	7.00	22.00	97.25	0.5035	46.67
12.00		4.00	8.00	26.00	102.39	0.4484	37.89
15.00		4.00	11.00	32.00	109.41	0.3893	25.87
18.00		5.00	13.00	38.00	114.13	0.3419	17.78
20.00		5.00	15.00	43.00	115.81	0.3066	14.91
25.00		5.00	20.00	53.00	115.41	0.2479	15.59

Gráfica 2.5. Curva de generación media anual, para dos unidades.



En la siguiente tabla y grafica correspondiente se exponen las

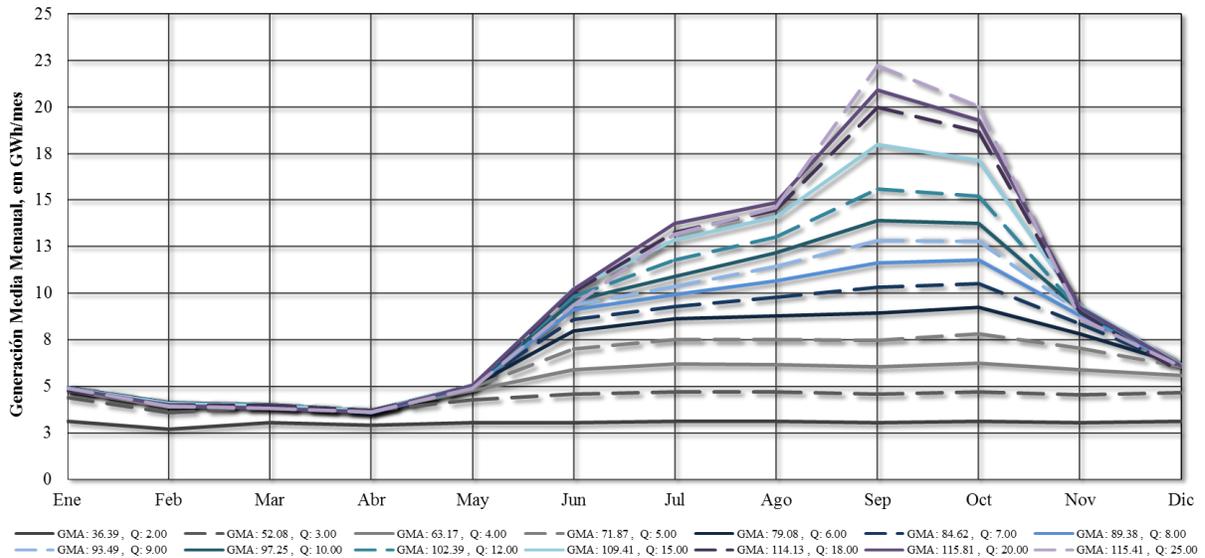
MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

generaciones medias mensuales para los diferentes gastos de equipamiento considerados.

Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..9.**

Generación media mensual para dos unidades.

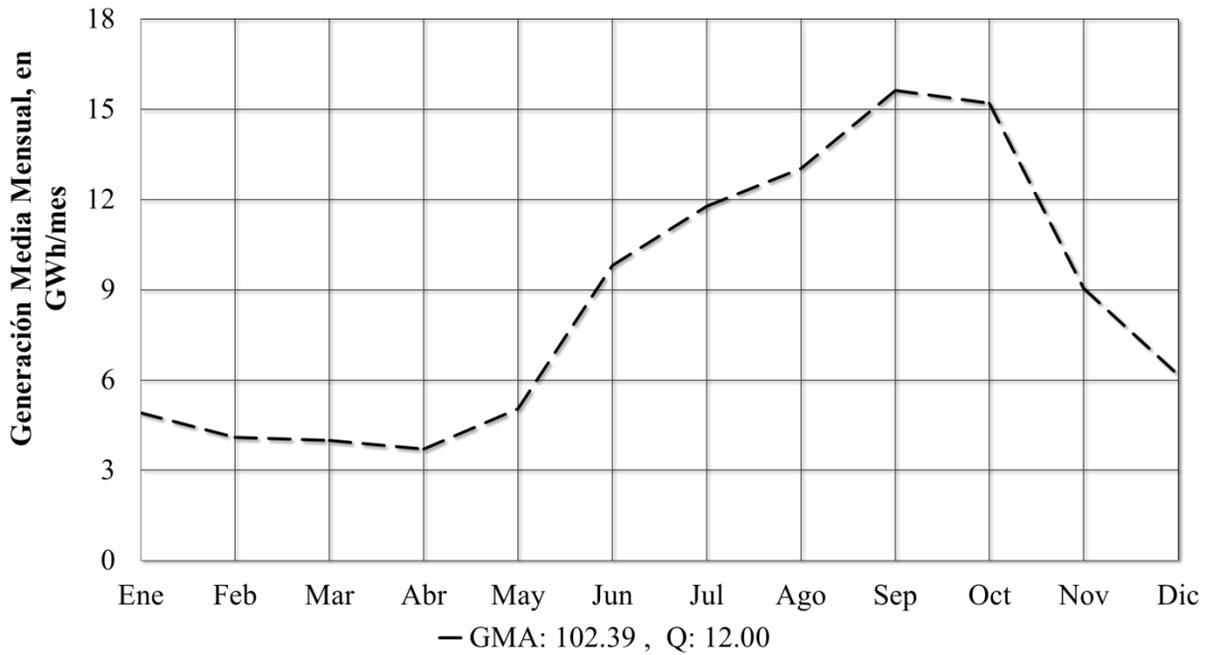
Gasto Equipado (m ³ /s)	Q U1	Q U2	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	0	0												
2.00	2.00	0.00	3.13	2.68	3.05	2.87	3.05	3.03	3.13	3.13	3.03	3.13	3.03	3.13
3.00	3.00	0.00	4.36	3.60	3.86	3.67	4.26	4.54	4.70	4.70	4.54	4.70	4.53	4.62
4.00	1.00	3.00	4.78	3.91	3.97	3.70	4.78	5.91	6.19	6.17	6.04	6.26	5.91	5.57
5.00	1.00	4.00	4.89	4.02	3.98	3.70	4.91	6.98	7.51	7.52	7.48	7.83	7.02	6.05
6.00	2.00	4.00	4.90	4.09	3.98	3.70	4.99	7.94	8.60	8.75	8.92	9.24	7.82	6.16
7.00	2.00	5.00	4.89	4.05	3.98	3.70	5.04	8.60	9.27	9.78	10.32	10.54	8.36	6.10
8.00	2.00	6.00	4.85	4.05	3.93	3.58	4.99	9.10	9.93	10.64	11.61	11.78	8.78	6.14
9.00	3.00	6.00	4.90	4.09	3.98	3.70	4.99	9.33	10.36	11.41	12.84	12.79	8.95	6.16
10.00	3.00	7.00	4.90	4.09	3.98	3.70	5.04	9.58	10.88	12.17	13.92	13.74	9.07	6.17
12.00	4.00	8.00	4.90	4.09	3.98	3.70	5.04	9.82	11.78	13.03	15.63	15.21	9.04	6.17
15.00	4.00	11.00	4.88	4.08	3.97	3.70	5.02	10.25	12.85	14.08	18.01	17.12	9.31	6.13
18.00	5.00	13.00	4.78	4.04	3.97	3.70	4.99	10.05	13.27	14.45	19.99	18.66	9.00	5.73
20.00	5.00	15.00	4.89	3.95	3.83	3.63	5.04	10.20	13.76	14.88	20.95	19.32	9.26	6.10
25.00	5.00	20.00	4.89	3.95	3.83	3.63	4.91	9.38	13.19	14.62	22.26	20.03	8.68	6.05



Gráfica 2. 6. Curvas de generación media mensual para diferentes gastos de equipamiento.

De la curva de generación media anual, para el proyecto, se considera que el gasto máximo para equipamiento sería de 12 m³/s, obteniéndose una generación media de 102.39 GWh por año, con un arreglo de turbinas compuesto por una unidad de 8 m³/s y otra más de 4 m³/s, por lo que a partir de estas condiciones se realizarían los funcionamientos de vaso para el proyecto.

En la siguiente gráfica e detallan los resultados del funcionamiento de vaso para un equipamiento de 12 m³/s.



Gráfica 2. 7. Generación media mensual para un gasto de equipamiento de 12 m³/s, para el proyecto.

Las localidades relativamente cercanas al sitio del proyecto son: el poblado de San Juan Tahitic, perteneciente al municipio de Zacapoaxtla, Tacopizacta, Xocoyolo y La Gloria, perteneciente al municipio de Cuetzalan del Progreso, y por parte del municipio de Tlatlauquiptepec no se localizan localidades cercanas al proyecto; sin embargo, estas localidades se ubican en la parte alta de la cuenca del río, tal y como se puede apreciar en las siguientes imágenes.

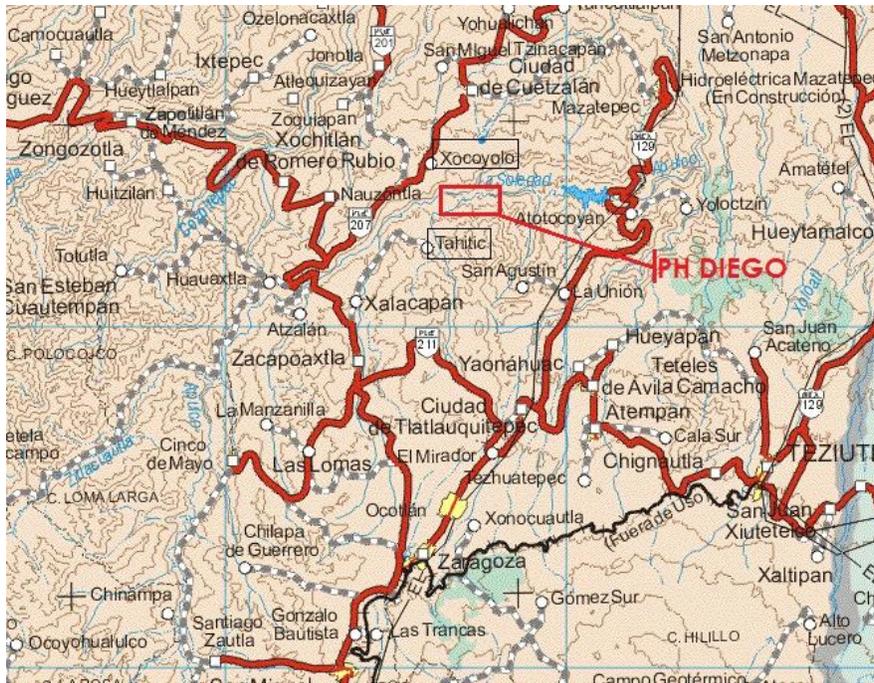


Imagen 2.5. Localidad de Xocoyolo en Cuetzalan y localidad Tahitic en Zacapoaxtla.



Imagen 2.6. Vista general del proyecto, y los poblados de La Gloria y Tacopizacta, pertenecientes al municipio de Cuetzalan del Progreso.

DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL HIDRÁULICO DE LAS OBRAS

Cortina CCR: De acuerdo a los estudios complementarios al proyecto, se ha seleccionado el lugar ideal para desplantar a la boquilla, incluyendo en ella el cauce del río y sus laderas o márgenes.

Con base en la altura de la captación definida en el esquema de obras propuesto, así como la rapidez para su construcción, se propone una boquilla de tipo gravedad, de concreto compactado con rodillo (CCR), con una elevación en el lecho del río, de acuerdo con la topografía existente, en la elevación 1002.00 msnm, una altura efectiva al NAMO de 18 m en la elevación 1020.00 msnm, y elevación de la corona en 1027.29 msnm, cuya longitud de corona de 99.78 m.

Así mismo, tomando en consideración proyectos similares, se propone un talud de 0.89: 1, con la observación de que éste deberá ajustarse con base en los resultados del análisis de estabilidad que deberán realizarse en etapas posteriores.

Se proponen que los 'escalones' se desarrollen con una huella de 89 cm y altura de 100 cm; es importante recalcar, que las dimensiones deberán ajustarse a partir de las recomendaciones del área de geotecnia, para definición de niveles de desplante.

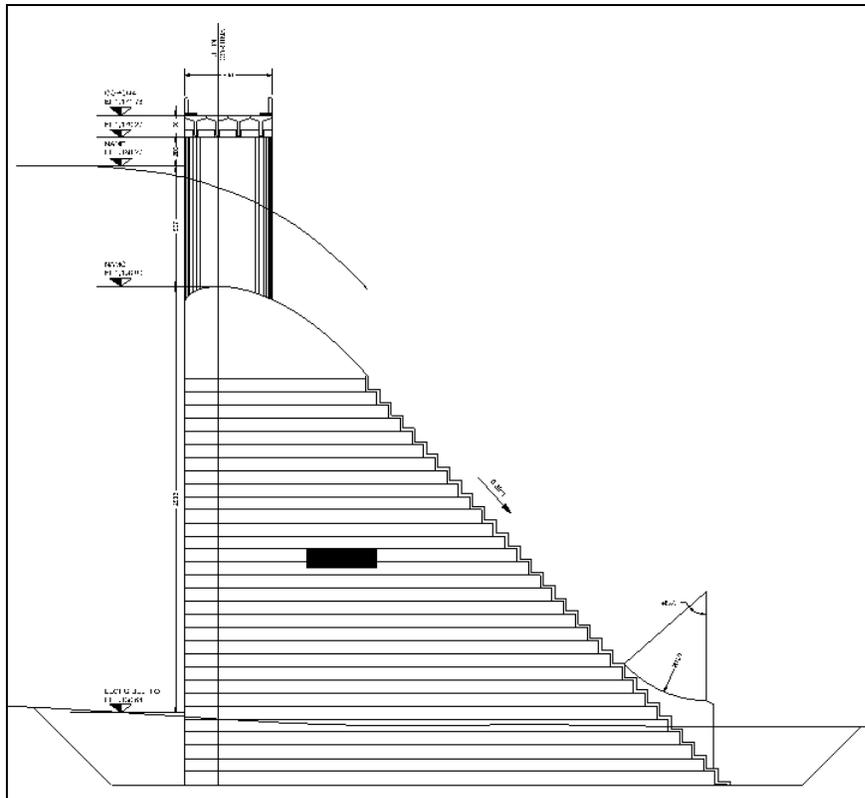


Imagen 2.7. Obra de Contención.

Obra de toma: La obra de toma, se ubicará en la margen derecha, condicionada por la topografía, y considera un canal de entrada, cuya geometría garantizará una velocidad máxima de 1.0 m/s, con lo que se pretende evitar la entrada de sólidos. El NAMO se encuentra en la elevación 1020.00 msnm, considerando el gasto total de las dos unidades de 12 m³/s, y una velocidad de entrada de 1.0 m/s, el área hidráulica requerida corresponde a 12 m². Considerando que para un canal de sección rectangular, la sección óptima supone que el ancho de plantilla sea 2 veces el tirante, y tomando 2 entradas, la geometría de la obra de toma resulta con dos entradas de 1.60 m de ancho para un tirante de 3.00 m, de tal forma que la plantilla del canal deberá encontrarse en la elevación 1015.93 m.

En la siguiente tabla se presentan las características hidráulicas y geométricas obtenidas para la obra de toma, mientras que en la imagen se presenta la vista en planta, respectivamente.

Tabla 2.10. Características hidráulicas en la obra de toma del proyecto.

Área hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Ancho de la SLA (m)	Tirante (m)	Velocidad (m/s)	Altura muro (m)
$2y^2$	$4y$	$(1/2)y$	$2y$	Y		
12.00	10.00	1.20	4.00	3.00	1.00	3.50

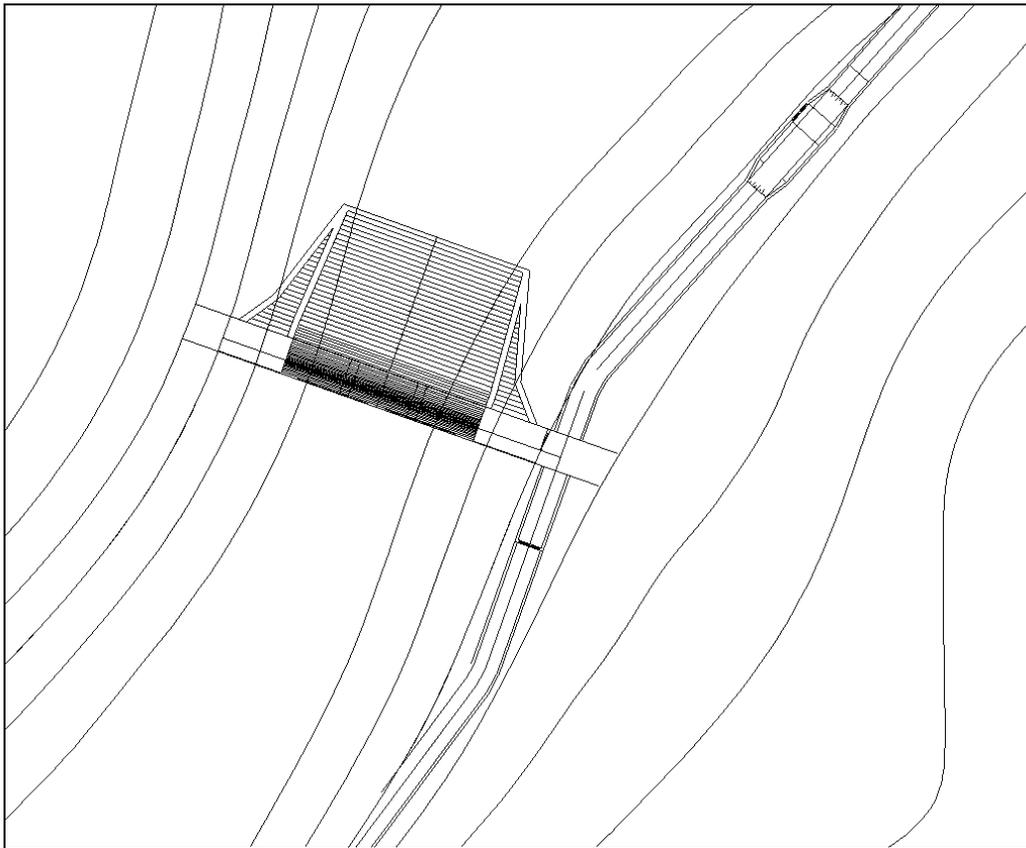


Imagen 2.8. Vista en planta de la Obra de Toma.

Desarenador: La función principal de esta obra consiste en eliminar la mayor cantidad posible de materiales que pudieran afectar el funcionamiento hidráulico óptimo del canal de derivación. Para el diseño de este canal desarenador, se consideró el gasto de equipamiento de las unidades, el cual corresponde a 12 m³/s, y se localizará a 52.45 m aguas abajo del eje de la boquilla. Se consideró un diámetro de las partículas de 2.78 mm, que corresponde a un tamaño de partículas promedio característico de proyectos en condiciones similares a las del sitio del proyecto. Siguiendo el criterio de Camp, la expresión correspondiente para la estimación de la velocidad del flujo en el canal es la siguiente:

$$v_d = a \sqrt{D_{particula}}$$

Tabla 2.11. Coeficientes para cálculo de velocidad en desarenador.

D (mm)	a
D < 0.1 mm	51
0.1 mm < D < 1 mm	44
D > 1 mm	36

Por lo que para un diámetro considerado, le corresponde un coeficiente de velocidad de escurrimiento igual a 36.

$$v_d = 36 \sqrt{D_{particula}} = 60.02 \text{ cm/s} = 0.60 \text{ m/s}$$

Para estas condiciones de sedimento y velocidad, así como la relación de ancho – altura de la cámara recomendada de 0.8, se obtuvo que el ancho adecuado para el gasto de 12 m³/s, es de 4.00 m de ancho y 5.00 m de altura máxima para la cámara, por lo que la altura total, considerando el canal, será de 8.50 m de altura y 5.70 m de ancho en la parte superior; finalmente, deberá contar con una longitud de 20 m.

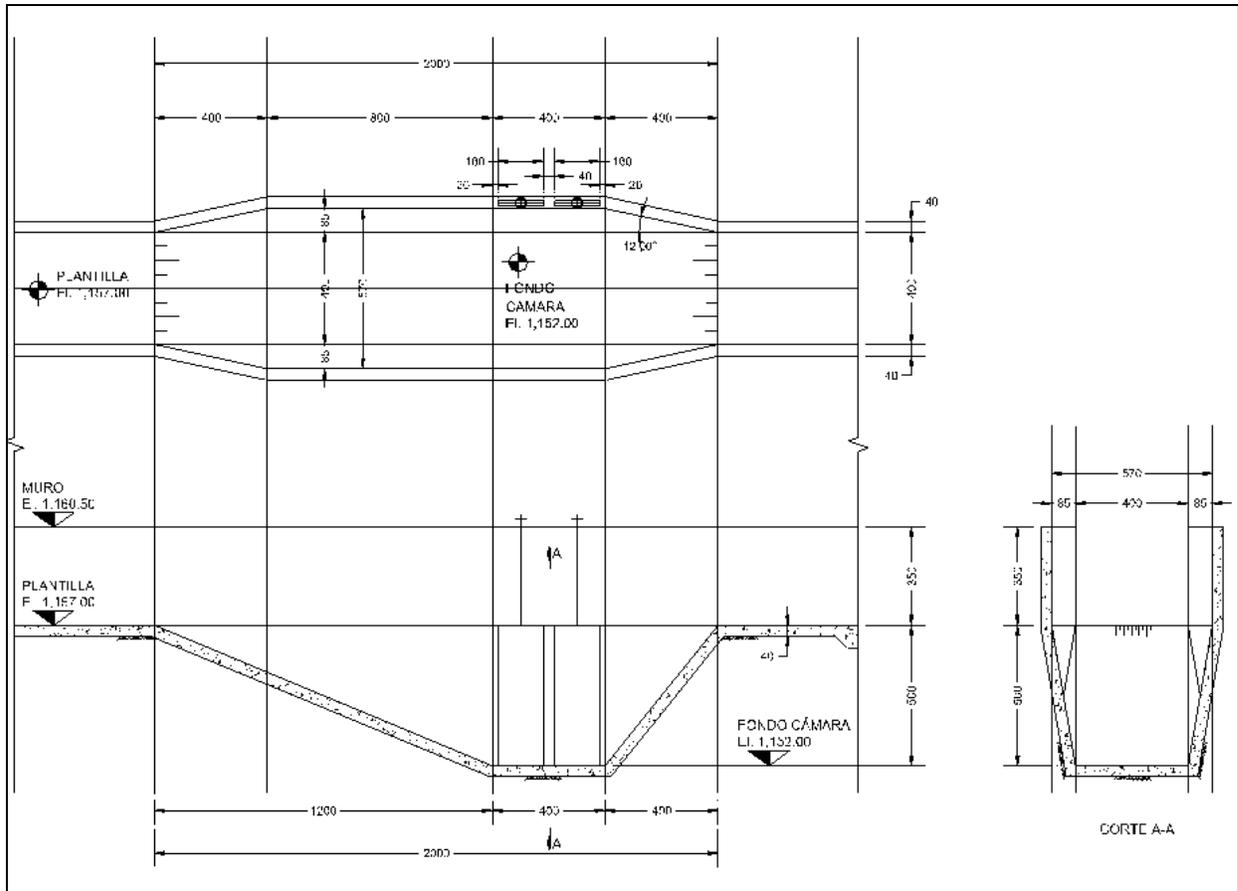


Imagen 2.9. Dimensiones del desarenador.

Canal de conducción (CC): Para la conducción del caudal, y de acuerdo con la topografía existente, se consideró un canal de conducción de sección trapecial, diseñada para conducir un gasto de 12 m³/s, para el cual se considera que irá revestido con concreto armado con una malla, manteniendo una pendiente de 1 al millar.

Partiendo del criterio, expuesto en Hidráulica General, Sotelo 2008, para la definición de la sección de máxima eficiencia para canales de sección trapecial, considerando diversos taludes, se obtuvieron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.12. Secciones para canal de conducción para diferentes taludes.

Talud, k	Tirante, y (m)	Ancho de plantilla b (m)	Altura h (m)	Velocidad v (m/s)
0.50	1.8538	2.30	2.20	2.0059
0.75	1.8312	1.90	2.20	2.0019
1.00	1.7886	1.60	2.10	1.9800
1.25	1.7600	1.30	2.10	1.9481
1.50	1.7117	1.10	2.00	1.9114
1.75	1.6732	0.90	2.00	1.8736

La definición del talud estará en función de las recomendaciones del área de geotecnia, así como de una topografía de mayor detalle, por lo que para fines de estimación de volúmenes de obra, de la tabla anterior., se tomó el talud 1:1 para la ubicación del canal en la topografía.

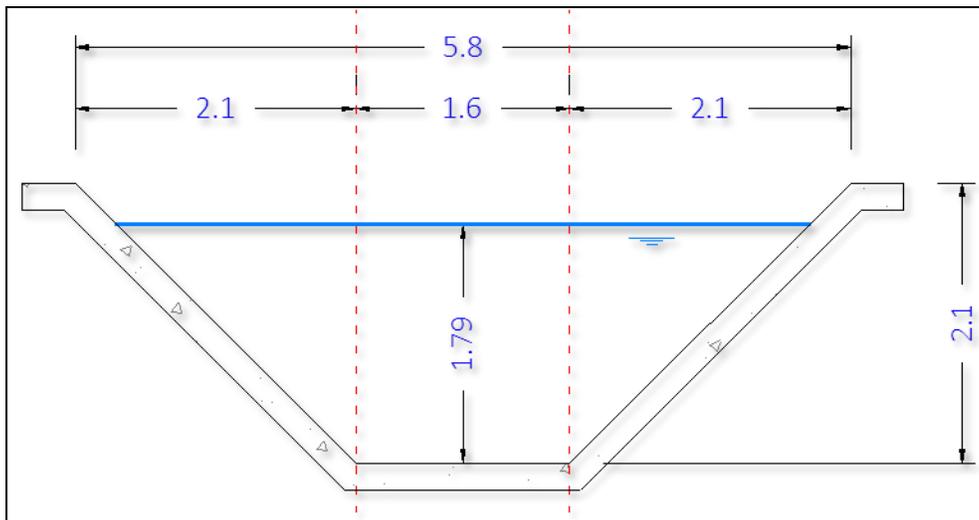


Imagen 2.10. Sección transversal del canal de conducción, para un caudal de 12 m³/s

De acuerdo con el trazo realizado sobre la topografía, se identificó que la longitud del canal es de 5,962.34 m, con una elevación inicial en la plantilla de 1017 msnm, y que para una pendiente de 1 al millar, su elevación final será 1011.04 msnm.

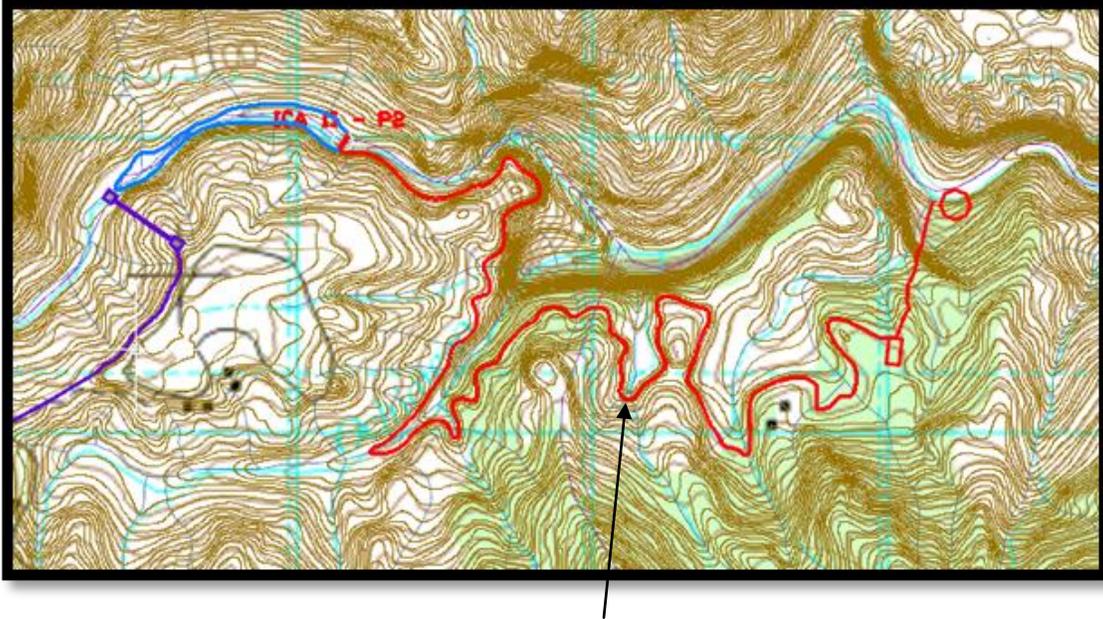


Imagen 2.11. Trazo del Canal de Conducción.

Tanque de carga o regulador (TR): Debido al comportamiento de escurrimientos que se presentan en la cuenca de aportación, y del estudio hidroenergético realizado previamente, se consideraron 2 unidades de diferentes capacidades. Así mismo, el gasto de diseño considerado para el tanque, es el máximo equipado, el cual de acuerdo con la curva de permanencia, tiene su mayor probabilidad de presentarse en la época de avenidas; por lo cual se consideró diseñar el TR, de tal manera que garantice la generación hasta por 2 horas en la época de estiaje, y que además sea capaz de proporcionar la carga necesaria para el funcionamiento hidráulico considerado para las dos unidades en operación.

Así mismo, es importante considerar que se deberá garantizar que el eje de la tubería, deberá estar al menos tres diámetros por debajo del espejo de agua en el tanque.

Los parámetros y resultados del predimensionamiento del TR se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.13. Dimensionamiento del TR.

Q diseño:	4.00	m ³ /s
t =	2.00	hr
Vol. Mín :	28,800.00	m ³
h mínima :	6.50	m
Área :	4,430.77	m ²
l :	67.00	m
b :	67.00	m

Con base en la topografía que existe en la zona asignada para el tanque, con curvas de nivel a cada 10 m, se localizó el tanque de sección rectangular en planta, de 67.00 m x 67.00 m, con una altura efectiva de 8.00 m, con la finalidad de proporcionar la carga suficiente para la TP de mayores dimensiones preliminares.

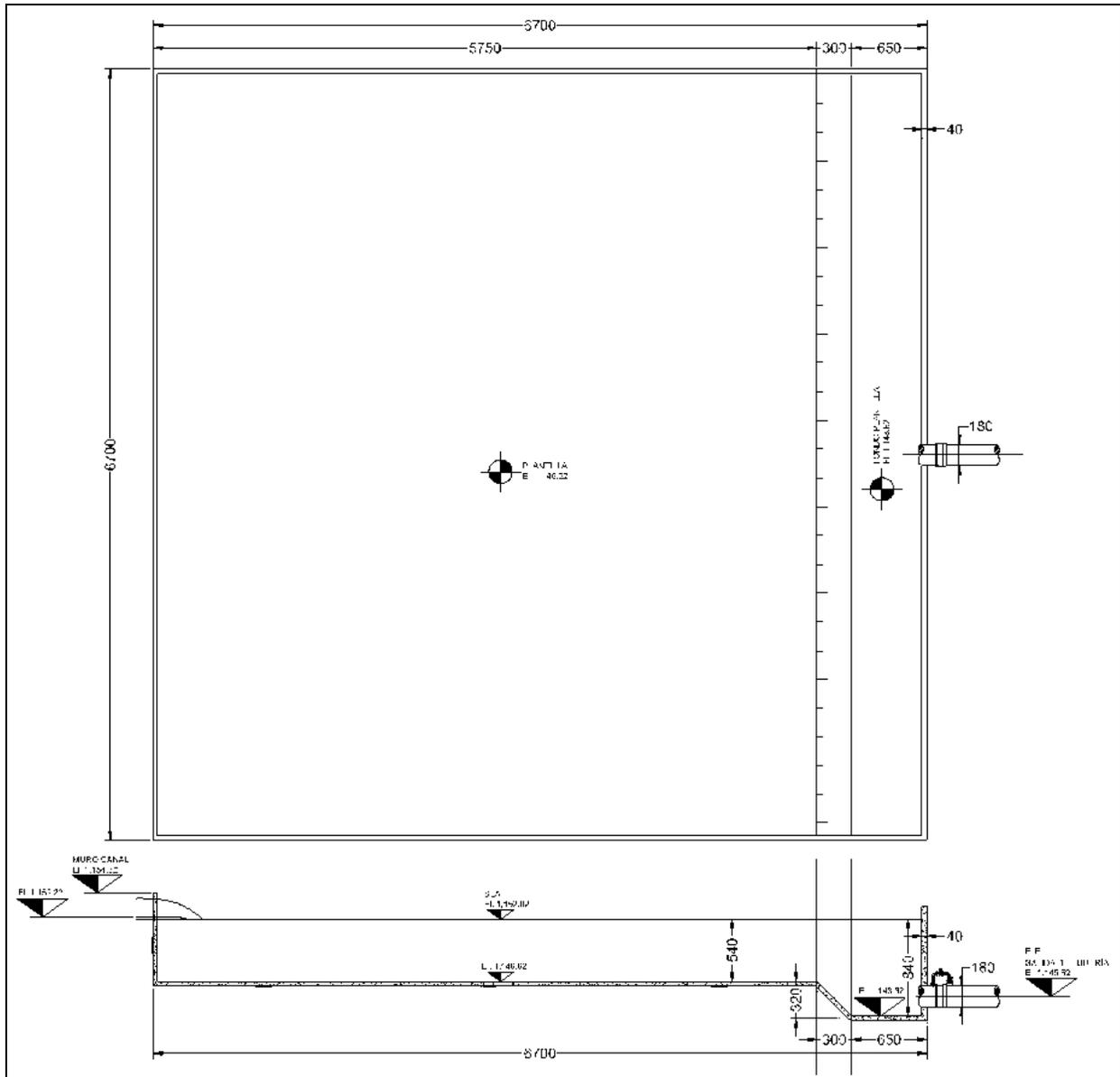


Imagen 2.12. Vista en planta del TR. Dimensiones en cm.

El tanque de carga recibirá el flujo por medio del canal de derivación, y se entregará el flujo a la casa de máquinas, a través de una conducción a presión.

Tubería de presión: Como consecuencia de la necesidad de aprovechar al máximo el flujo de la corriente en cualquier época del año, se consideró equipar para dos condiciones de gasto, tal como se obtuvo en el estudio hidroenergético con el arreglo de equipamiento para generación con 12.00 m³/s para la época de avenidas.

Así mismo, y para mantener una operación sencilla del equipamiento se contempla una tubería que se bifurcará para tener una rama para cada unidad, con lo cual se lograría una operación independiente de cada turbina, en caso necesario. Cabe mencionar que la longitud de desarrollo del eje de la conducción a presión es moderadamente pequeña, es decir, que se espera que el costo por este concepto mantenga la viabilidad del proyecto.

Tabla 2.14. Diámetro económico para la conducción a presión.

	Tubería del tanque a bifurcación	Unidad 1	Unidad 2
Gasto, en m ³ /s	12.00	8.00	4.00
Diámetro teórico, en m	1.76	1.48	1.10
Diámetro comercial, en m	1.80	1.50	1.10
Área, en m ²	2.545	1.767	0.950
Velocidad, en m/s	4.716	4.527	4.209

Estimación de pérdidas en la conducción a presión

Se estimaron las pérdidas por fricción y locales principales para corroborar que no excedieran del 10% de la carga bruta, supuestas en el estudio

hidroenergético, correspondiente a los estudios previos.

– **Pérdidas por fricción**

Aplicando el criterio de Colebrook y White para flujos en transición o turbulentos:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

f coeficiente de fricción de Darcy

ε rugosidad absoluta de la conducción

D Diámetro de la conducción

Se trazó la tubería en la topografía disponible para identificar los cambios de dirección y los accesorios correspondientes a las líneas de conducción a presión. En la imagen siguiente se muestra el perfil del trazo de la TP que conducirá el gasto de 12 m³/s desde el TR hasta la bifurcación que alimentará a las turbinas. De acuerdo con el perfil, la longitud de la tubería es de 545 m.

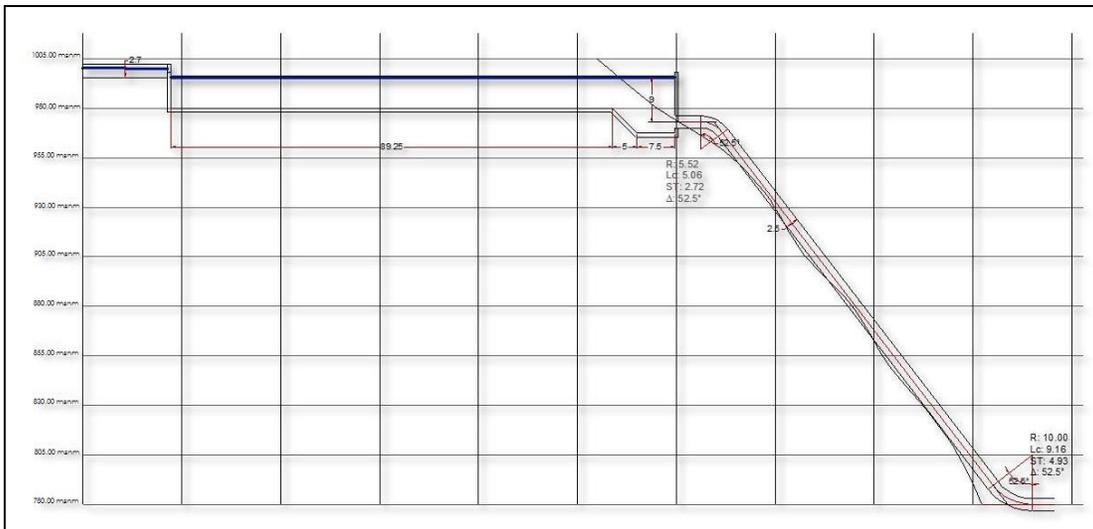


Imagen 2.13. Perfil de TP para gasto de 12 m³/s

Casa de Máquinas (CM): Para el dimensionamiento de CM, se requiere conocer el tamaño de turbinas y generadores, por lo que a continuación se presenta el dimensionamiento de estos equipos.

Turbinas: Para una carga bruta de 245.00 m y gastos de 8 y 4 m³/s, se recomiendan turbinas tipo Francis de eje horizontal, debido a la sencillez del esquema de la casa de máquinas. Para este nivel de estudio se consideraron los parámetros de diseño que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2.15. Parámetros de dimensionamiento de las turbinas.

Q diseño:	12	m ³ /s
H bruta:	245.00	m
Q u1:	8.00	m ³ /s
Q u2:	4.00	m ³ /s
Longitud :	545.00	m
η_1 turbina	0.95	
η_1 generador	0.99	
η_2 pérdidas-conducción	0.95	
η_3 fluctuaciones desfogue	1.00	
N _{desfogue}	775.00	msnm

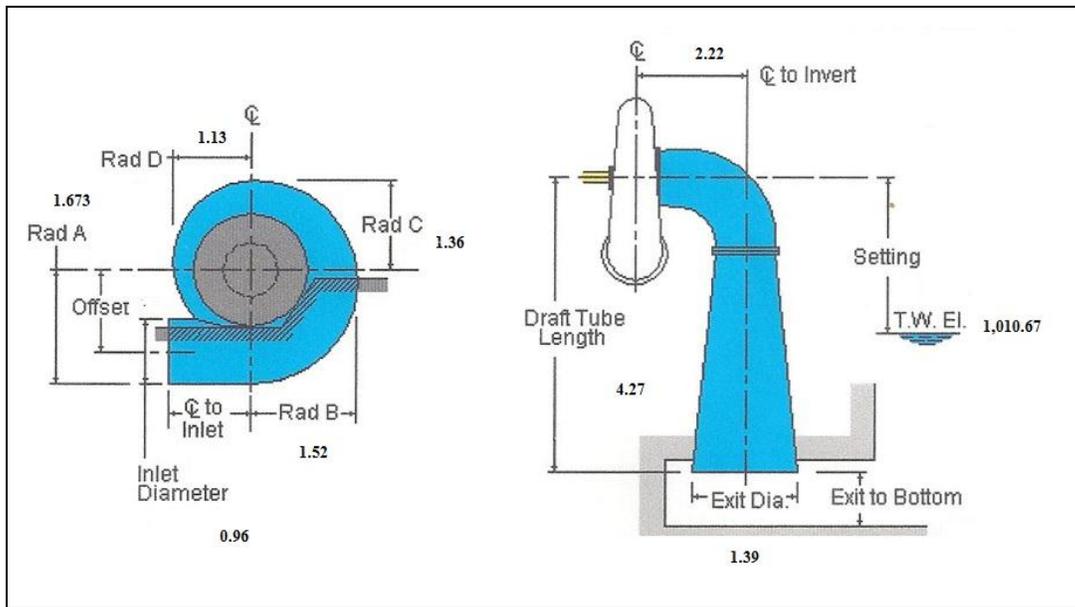


Imagen 2.14. Dimensiones preliminares para turbina de 8 m³/s.

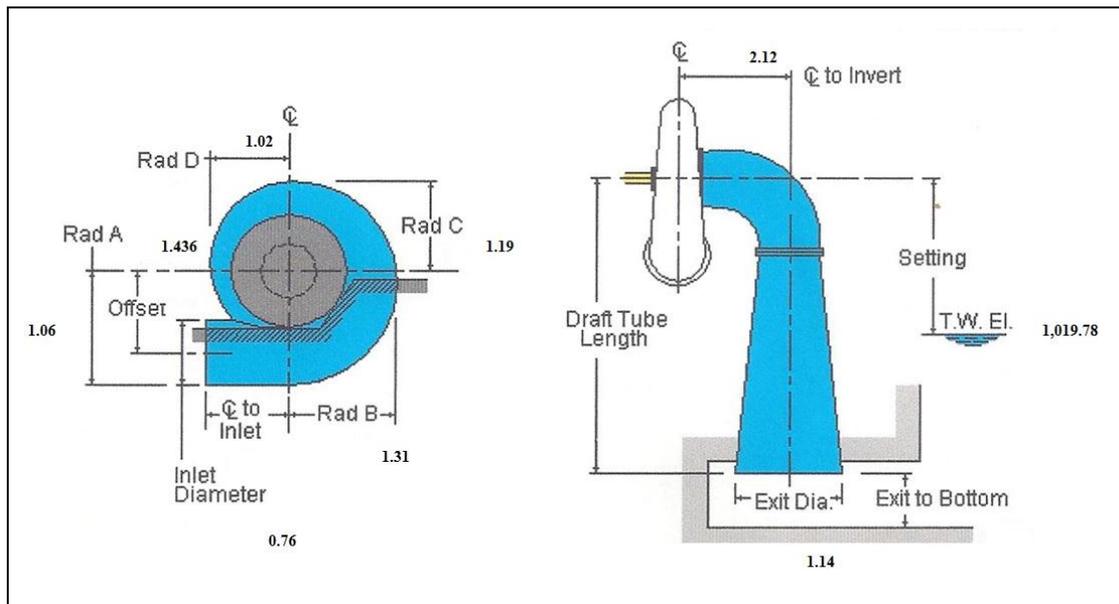


Imagen 2.15. Dimensiones preliminares para turbina de 4 m³/s

Dimensiones de CM: Para alojar el equipo necesario para la operación de las unidades de generación, se requiere de una superficie de 658.76 m²

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

(19.15 x 34.40 m y una altura de 15.00 m), además se contempla una subestación elevadora que permitirá pasar la corriente de 13.2 Kv a 115 Kv, y posteriormente mediante una línea de transmisión de 115 Kv que se conectará con ubicado aproximadamente a 2.9 km aguas abajo, el proyecto contempla generar 15 MW (Megavatios).

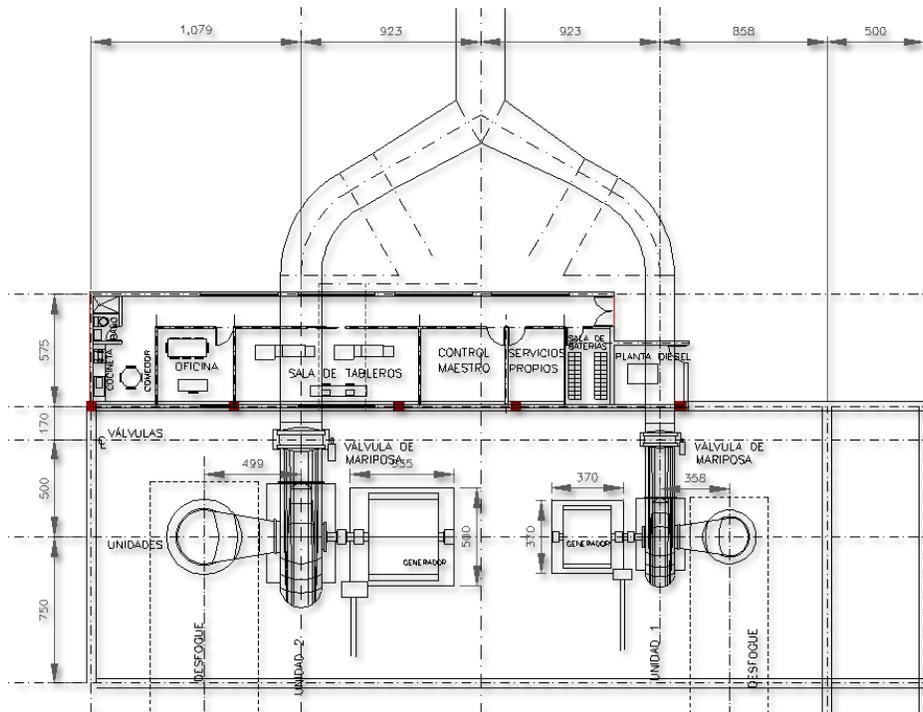
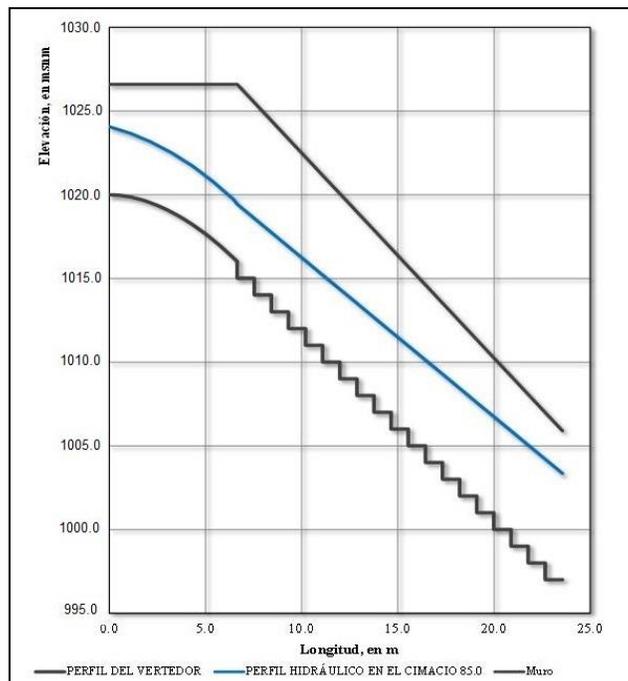


Imagen 2.16. CM, vista en planta

Obra de Excedencias, vertedor de cresta libre: A partir de los resultados del estudio hidrológico, se considera una avenida correspondiente a 10,000 años de periodo de retorno de magnitud 1,331.51 m³/s. Se consideró un vertedor de cresta libre en la elevación 1020.00 msnm, con un cimacio tipo Creager y rápida escalonada con 0.89 m de huella y 1.00 m de altura por escalón. La longitud de corona de la boquilla es de 99.78 m.

Perfil hidráulico: De acuerdo con los estudios de Amador, 2006, para vertedores escalonados con flujo gradualmente variado, se deberá garantizar el flujo rasante, y se obtiene un tirante para el flujo Aire – Agua, de 3.75 m, y recomienda que la altura del muro sea un 40% más del tirante. Para la longitud efectiva, se obtiene un tirante crítico de 3.75 m.



Gráfica 2.8. Perfil hidráulico en rápida escalonada.

Obra de Desvío: A partir de los resultados del estudio hidrológico, se considera una avenida correspondiente a 20 años de periodo de retorno de magnitud $567.82 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando que para las boquillas de CCR se han propuesto canales de desvío, en el cuerpo de la boquilla, en alguna de las márgenes, adicionalmente, conducir el Gasto de Diseño donde se tiene un tramo relativamente corto, correspondiente a la longitud de la sección longitudinal de la Obra de Contención, se tendría como resultado un dimensionamiento para esta obra aceptable si se busca que las velocidades no produzcan erosión en el canal. Adicionalmente, aprovechando el tipo de Boquilla, se considera óptimo el esquema para la Obra de desvío un canal revestido de concreto, donde las velocidades promedio no afectarán la geometría del canal.

Considerando que para la colocación del CCR de la boquilla, se requiere que el canal sea de sección rectangular, y con la consideración de la posibilidad de incluir un talud en el muro colindante con la ladera; sin embargo para este predimensionamiento se considera rectangular debido a que la topografía resulta poco precisa para este fin.

Se propone la construcción de la Obra de desvío en dos etapas; en la primera se recomienda la construcción de la Ataguía de aguas abajo, y que posteriormente formaría parte del cuerpo de la boquilla; mientras que la ataguía de aguas arriba se realizaría con material de acarreo o producto de las excavaciones, protegiendo la zona de la boquilla y favoreciendo la construcción del canal, el cual quedaría cubierto por la colocación del CCR. En la segunda etapa, mediante compuertas se cerraría el canal para construir el resto de la boquilla (tapón del desvío).

Aplicando el criterio de Ven T. Chow, para la obtención de la sección

óptima para un canal de sección rectangular, se obtuvo la geometría que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 2.16. Sección óptima propuesta para canal de desvío.

	Área Hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Ancho de plantilla (m)	Tirante (m)	Velocidad (m/s)	Altura muro (m)
	$2y^2$	$4y$	$(1/2) y$	$2y$	y		
Teórico	111.13	29.82	3.73	14.91	7.45	5.00	
Real	111.24	29.89	3.72	14.00	7.95	5.00	9.20

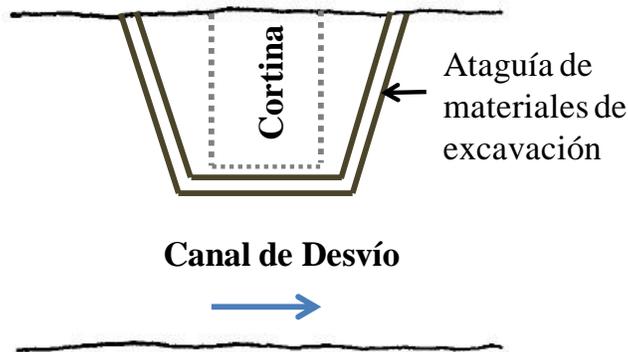


Imagen 2.17. Esquema de desvío

Canal de desfogue: El canal de desfogue es una estructura del sistema de generación, mediante el cual se regresa el agua derivada al mismo cauce natural del Río Tlacoxolo y/o Apulco. Este canal sale directamente de la CM una vez que el aprovechamiento ya ha sido turbinado. Está fabricado de concreto armado en sitio, y posee una característica de superficies similares a la de un arroyo natural, permitiendo que la obra se mimetice con su entorno y mejorando las propiedades físico-químicas del agua aprovechada. Tiene una longitud de unos 50 m aproximadamente.

Línea de Transmisión

La línea tiene una longitud de 7.0 km y será a un voltaje de transmisión de 115 kV. Se trata de un circuito trifásico con un conductor ASCR 477 KCM (alma de acero y parte externa de aluminio) y 11 aisladores de vidrio por punto de conexión a las torres.

El sistema requiere un ancho de derecho de vía de 22 m y de aproximadamente 34 estructuras de soporte, su altura oscilará entre los 25 y 43.5 m. La geometría para la torre de 43.5 m se puede ver en la siguiente imagen.

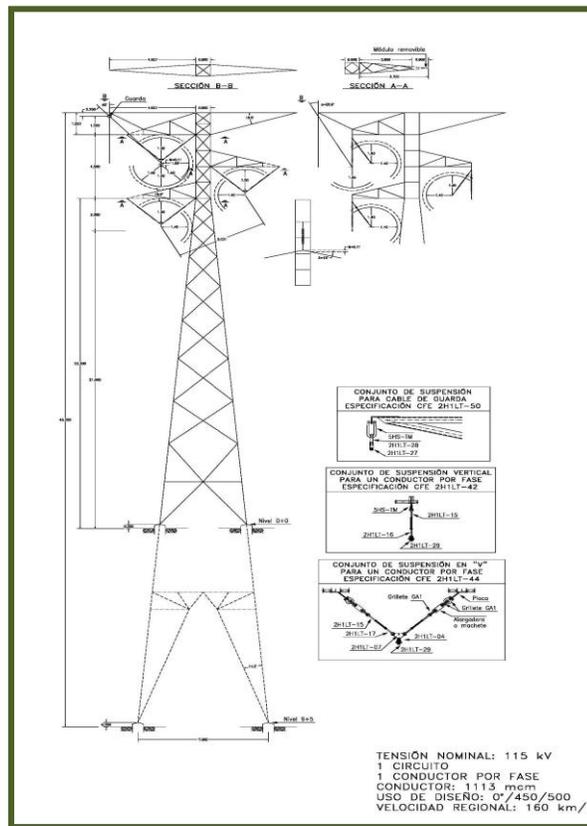


Imagen 2.18. Torre de línea de transmisión.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

El trazo propuesto busca reducir al mínimo las afectaciones de las tierras por donde debe pasar la línea. Se puede observar que en algunos tramos se va paralelo a la carretera ó camino existentes.

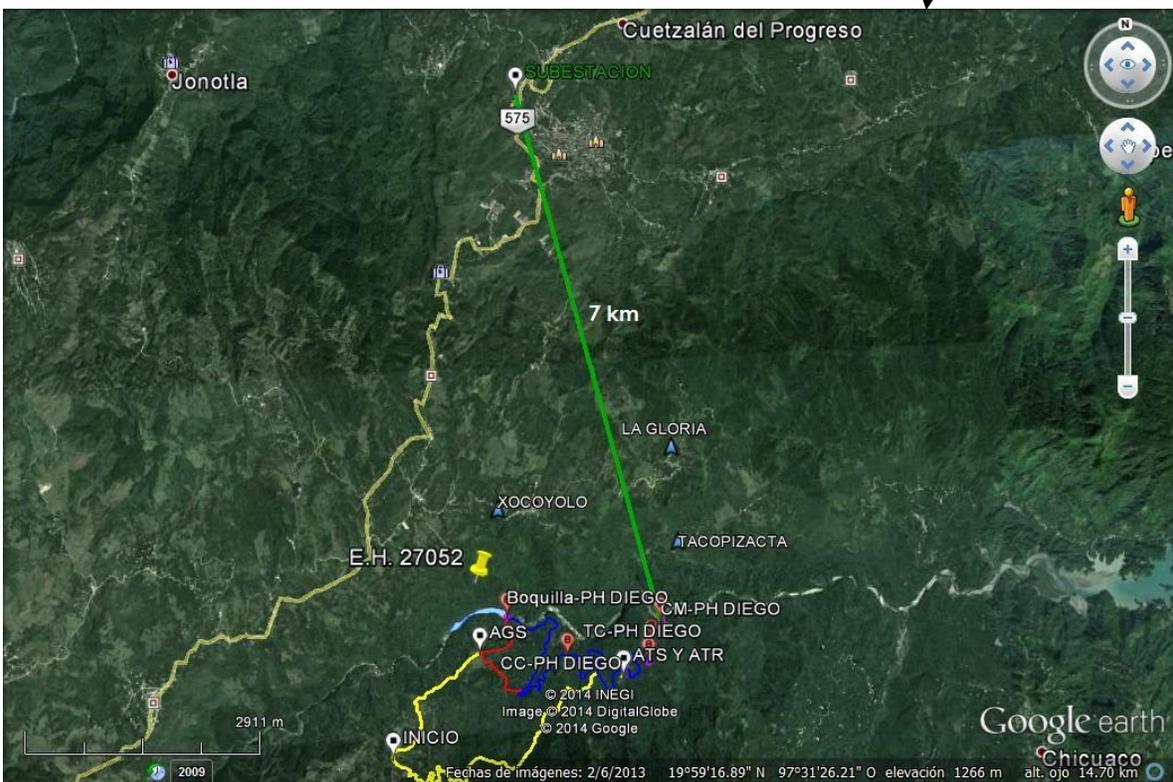
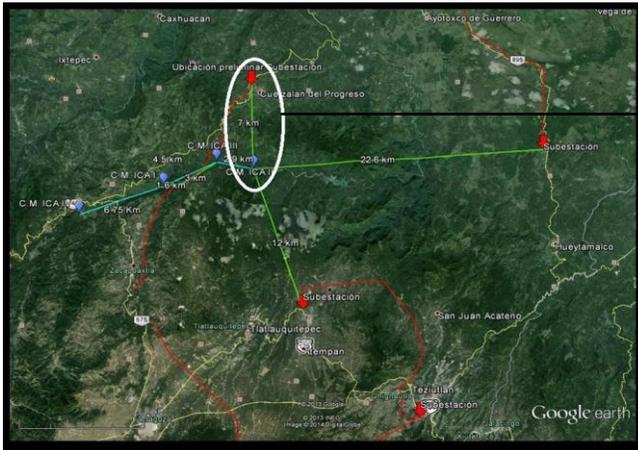


Imagen 2.19 Y 2.20. Línea de transmisión de 115 Kv con una longitud aproximada de 7 km.

• **Obras de Apoyo Temporal**

- Almacén general de suministros (AGS).
- Almacén general de residuos (AGR).
- Almacenes temporales de suministros (ATS).
- Almacenes temporales de residuos (ATR).
- Laboratorio de materiales (LAB-M).
- Vivero (V)

La comunidad más cercana a los sitios del proyecto es la localidad de San Juan Taitic misma que se ubica aproximadamente a 3 km de la cortina como de la casa de máquina, dicha localidad cuenta en sus alrededores con grandes extensiones de terrenos de cultivos, por lo que se consideró el lugar idóneo para albergar los almacenes generales y temporales de suministros y de residuos. Al respecto, se buscaron sitios cercanos a las obras del proyecto que por sus características agrícolas se encuentran libre de vegetación a continuación se enlistan los lugares propuestos sumando un total de 2.0 hectáreas segregadas de la siguiente manera:

Tabla 2.17. Coordenadas geográficas (DATUM WGS84) de las obras de apoyo.

Superficie (Has)	Almacenes	Coordenadas geográficas		
		Lat N	Long O	
1.5	0.60	AGS	19°57'28.91"	97°32'23.93"
	0.40	AGR	19°57'28.91"	97°32'23.93"
	0.10	LAB M	19°57'28.91"	97°32'23.93"
	0.40	Vi	19°57'28.91"	97°32'23.93"
0.5	ATS Y ATR CASA MAQUINAS		19°57'14.29"	97°31'18.89"

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

En las siguientes imágenes se muestran los sitios tentativos para las obras de apoyo.

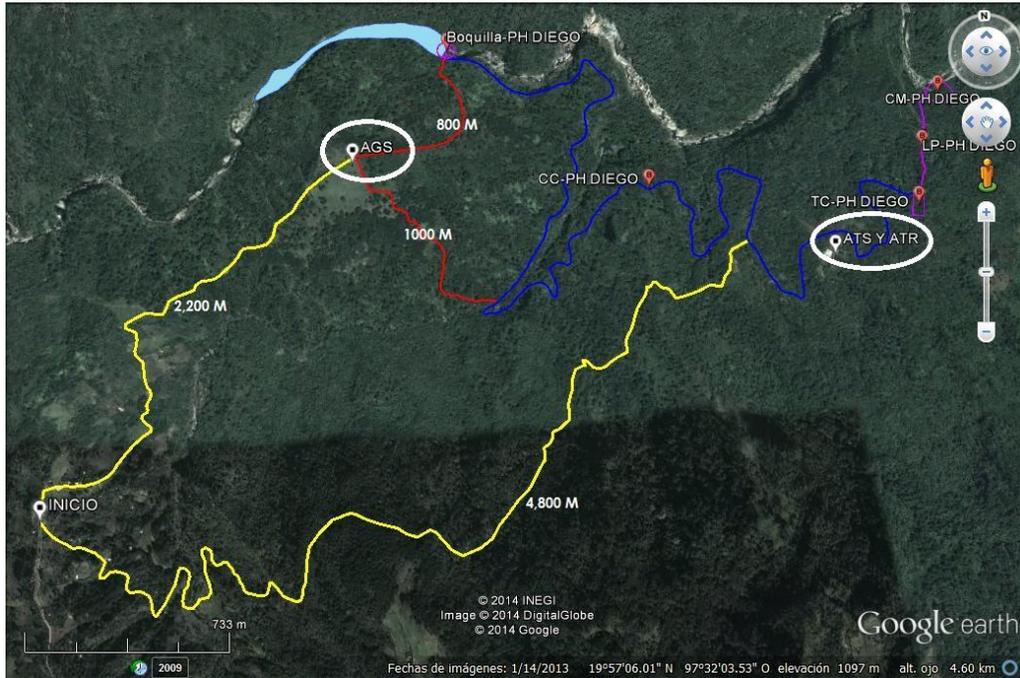


Imagen 2. 21. Localización de las obras de apoyo

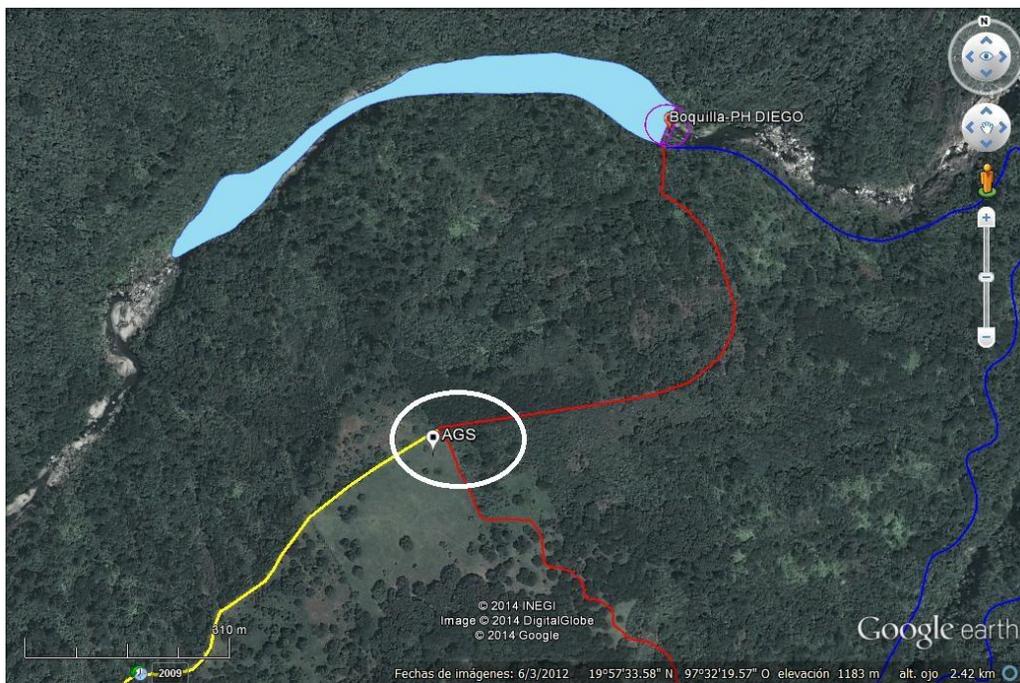


Imagen 2.22. AGS (AGR, LAB-M, VI) se ubicarán en una superficie que es usada como zona de cultivo y potrero, a 800 metros de las obras de la boquilla.

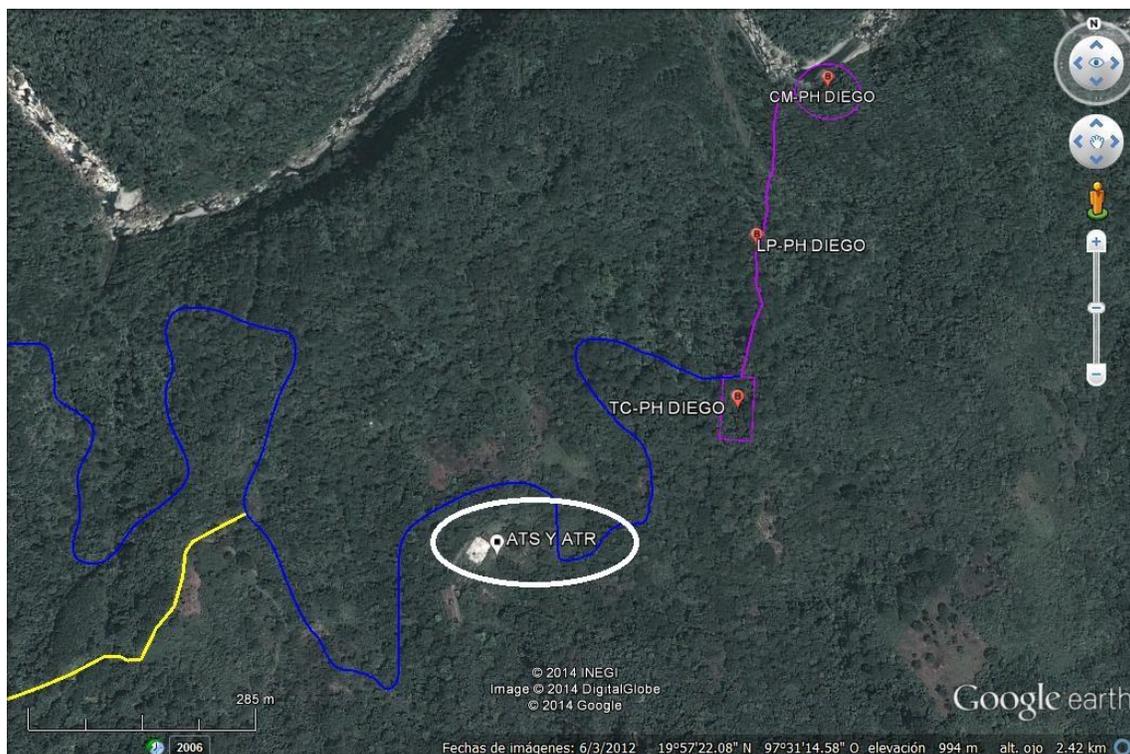


Imagen 2.23. Almacenes temporales en la zona de la casa de máquinas, sitio en donde se ubica una infraestructura (casco de una finca, existiendo un camino hasta el sitio).

Caminos de acceso (CA): Tomando como punto de referencia a la Boquilla, este se contempla entrar por la localidad de San Juan Taitic, se modernizarán 2,200 m de camino existente y se aperturarán 800 m para llegar hasta las obras de la boquilla, dicho camino también servirá para llegar a los almacenes temporales y generales.

Camino existente: 2,200 m

Apertura: 800 m

Longitud total: 3,000 m

Tabla 2.18. Coordenadas de los caminos correspondientes a boquilla

PUNTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM WGS84)	
	LAT N	LONG O
Inicio camino existente	19°56'47.60"	97°33'5.40"
Fin de camino existente	19°57'30.06"	97°32'23.63"
Inicio camino nvo. A boquilla	19°57'30.06"	97°32'23.63"
Fin de camino nvo. A boquilla	97°33'5.40"	97°32'10.79"
Fin de camino nvo. A tramo canal	19°57'11.17"	97°32'5.97"

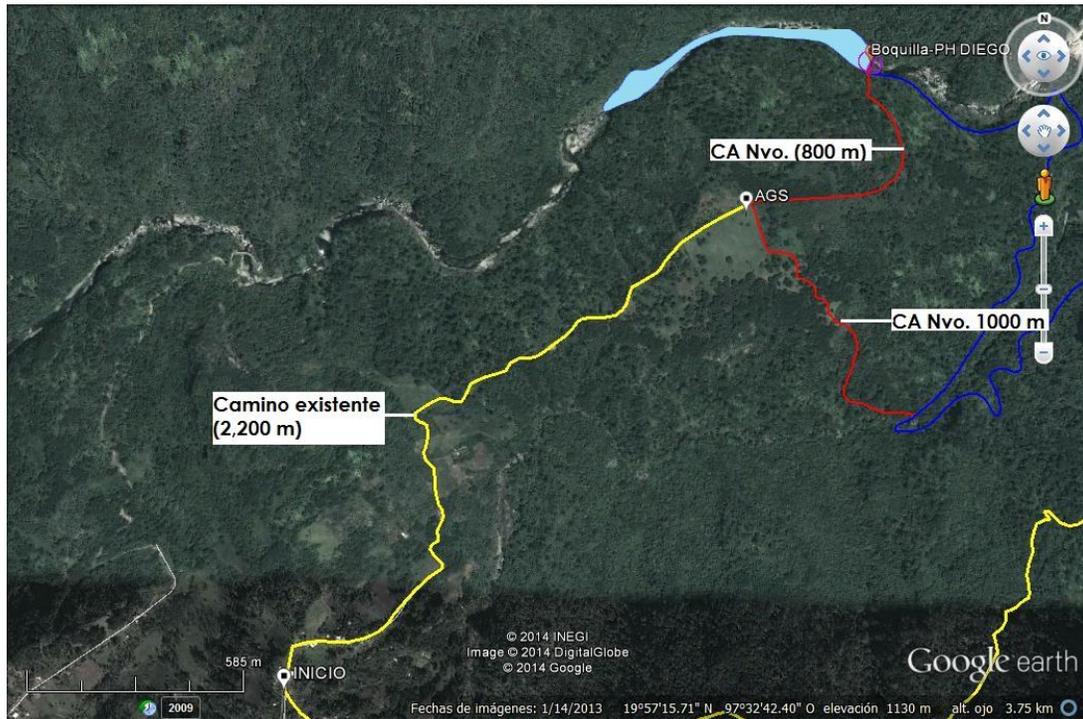


Imagen 2.24. Trazo del camino que conduce hacia la boquilla y a un tramo del canal.

En cuanto al camino de acceso a la casa de máquinas, de la misma manera partiendo de la localidad San Juan Taitic existe un tramo de camino que conduce hacia el casco de una finca, contemplándose la modernización de aproximadamente 4,800 m de camino que terminara en un trazo del canal de conducción, toda vez que el resto del tramo seguirá el trazo que se tiene contemplado para un tramo del canal y línea de presión, mismo que servirá además para las obras de tanque de carga hasta llegar al canal de desfogue, además de que el camino permitirá llegar hasta los almacenes temporales.

Camino Existente: 4,800 m

Apertura: 0.00 m

Longitud Total: 4,800 m

Tabla 2.19. Coordenadas de los caminos correspondientes a Casa de Máquinas.

PUNTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM WGS84)	
	LAT N	LONG O
Inicio camino existente	19°56'47.60"	97°33'5.40"
Fin de camino existente	19°57'17.20"	97°31'30.77"

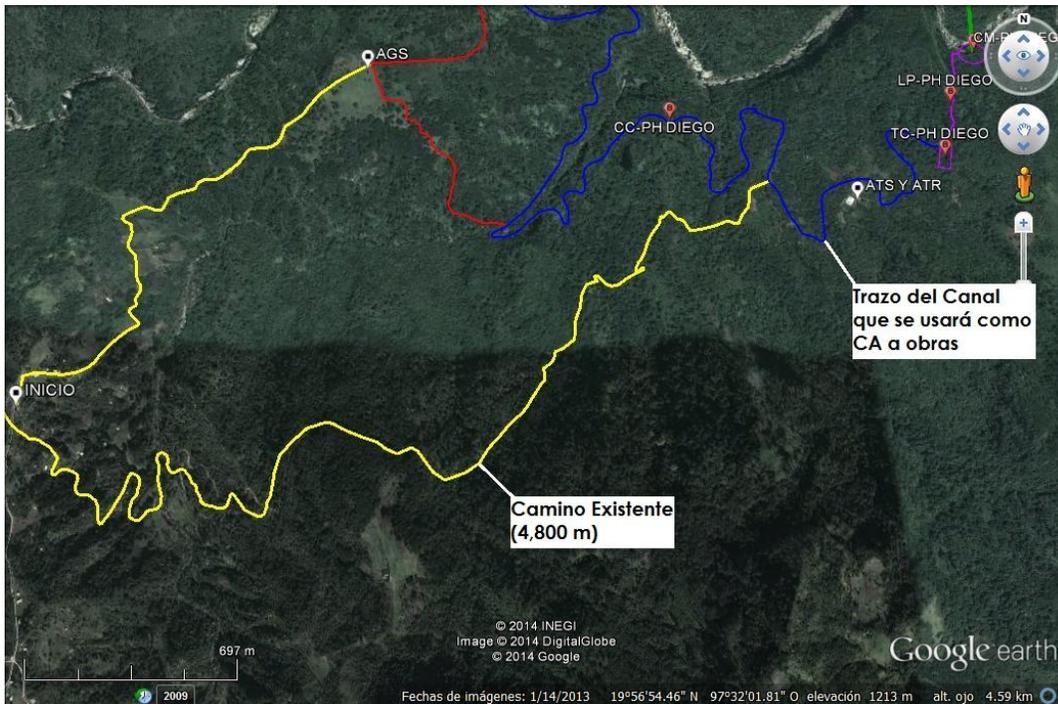


Imagen 2.25. Vista del camino existente hacia la casa de máquinas.

II.2.1 Programa de trabajo

Con el fin de llevar a cabo el análisis del presente proyecto, se contemplan etapas de desarrollo para el mismo, las cuales están vinculadas cronológicamente con el cumplimiento del objetivo general. En primer lugar se considera una etapa prospectiva, que culmina con la elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental-Modalidad Regional, pues en este convergen los análisis de ingeniería, afectaciones, factibilidades ambientales y sociales. Consecuentemente se realizan las gestiones necesarias para la obtención de las autorizaciones correspondientes, que permiten iniciar la etapa de construcción y la subsecuente operación del proyecto. Por tanto se consideran las siguientes etapas de control ambiental del proyecto:

- Preparación del sitio y construcción del proyecto.
- Abandono del sitio constructivo.
- Operación y mantenimiento del proyecto.
- Abandono del proyecto.

En concordancia con los procedimientos administrativos y los planes constructivos del proyecto hidroeléctrico, se han programado las actividades de manera cronológica, permitiendo así evaluar y determinar las acciones con prioridad en su ejecución. Se presenta entonces el calendario general de actividades del proyecto. La etapa de operación y mantenimiento se estima se inicie en el 2018, y se prolonga hasta el periodo de vida útil del proyecto.

Tabla 2.20. Programa de trabajo

Etapas y Actividades	2012-2014	2015	2016	2017	2018	Hasta 60 años
Etapa de Planificación						
Estudios de campo						
Proyecto ejecutivo						
Gestión y financiamiento						
Construcción						
Trazo y nivelación						
Desmonte y despalde						
Obras hidráulicas						
Obras electromecánicas						
Obras de acceso						
Operación y mantenimiento						
Ejecución de medidas de mitigación						
Abandono y rehabilitación de sitios de obra						Después de los 60 años

II.2.2 Representación gráfica regional

Puebla tiene una extensión de 34,306 Km², por ello ocupa el lugar 21 a nivel nacional, representa el 1.7 % de la superficie del país. Por sus características físicas y culturales, el estado de Puebla se divide en 7 regiones, por lo que el sitio del proyecto se ubica en los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, mismo que se localiza en la Región Sierra Nororiental, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

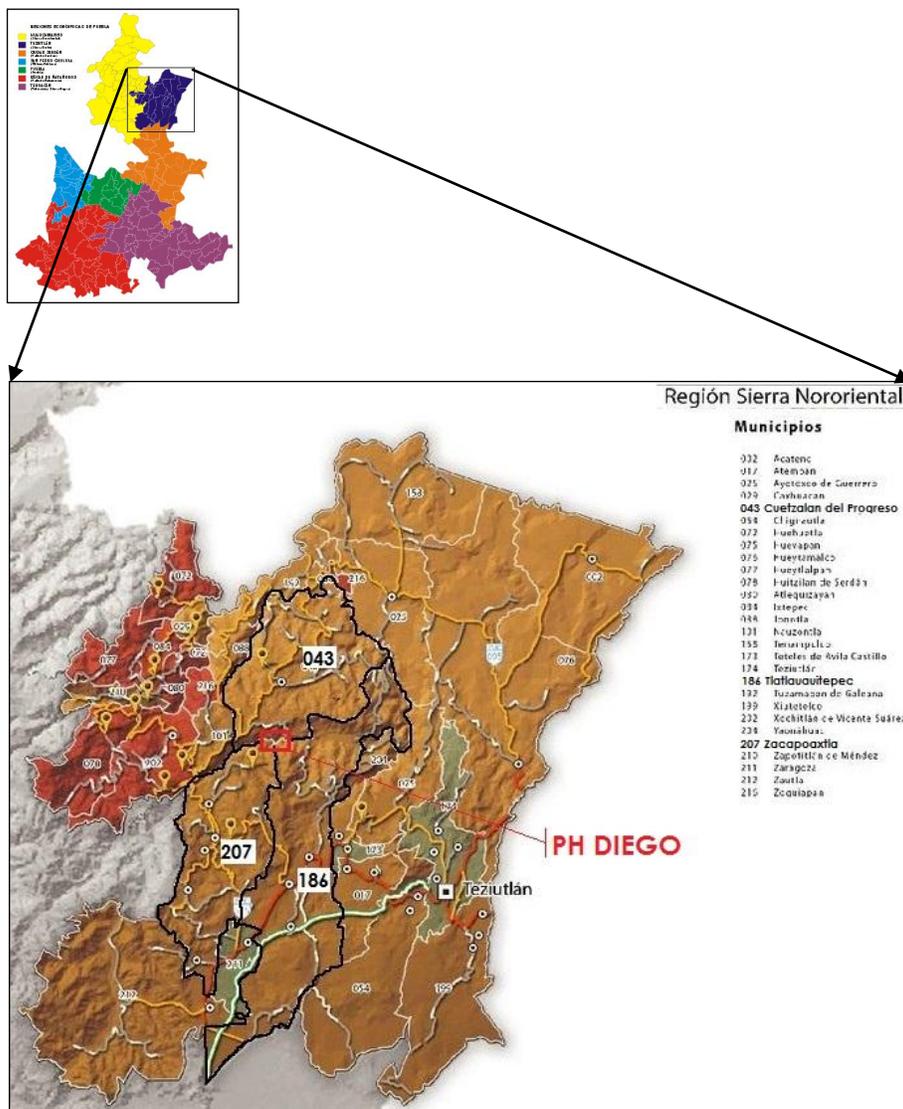


Imagen 2.26. Representación regional del sitio del proyecto.

II.2.3 Representación gráfica local

El sitio del proyecto, se ubicará en los municipios de Cuetzalan del Progreso y al norte de los municipios de Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, en la Región Sierra Nororiental, a una altura de 1,040 metros sobre el nivel del mar. Cuetzalan del Progreso limita al sur con Zacapoaxtla, al este con Ayotoxco de Guerrero y Tlatlauquitepec; Zacapoaxtla limita al este con el municipio de Tlatlauquitepec y Zaragoza; Tlatlauquitepec limita al norte con Cuetzalan del Progreso, al oeste con Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla. Los tres municipios hacen una superficie de 570.25 Km².



Imagen 2.27. Representación local, en los municipios de Cuetzalan, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec.

II.2.4 Preparación del sitio y construcción

En esta sección se describen las actividades del proceso de preparación y construcción del proyecto y su relación con el sistema ambiental del sitio del proyecto; como una primera aproximación para la evaluación de los impactos ambientales evaluados. La descripción de las actividades sigue un orden cronológico y de ejecución práctica, así mismo, se describen las acciones de manera general, pero con suficiente detalle, para aquellas obras de características y naturaleza similar.

a. Trazo y nivelación.

El trazo y nivelación requiere la participación de tres brigadas de 4 personas, que delimiten y dirijan el eje del proyecto para los caminos de acceso, el canal de conducción y poligonales de la casa de máquinas, tanque regulador y boquilla. Se realizará el marcaje del eje y el chapeo para su dimensionamiento. No se requerirán realizar actividades distintas a las descritas, ni el uso de maquinaria pesada en este punto.

b. Desmante y despilme.

La práctica de desmante se realizará en coordinación con la brigada topográfica que identifique el trazo de las obras como la boquilla, CM, TR y principalmente de los CA a las obras.

En el área para el desplante de las estructuras, tanto para la cortina y sus estructuras, en la franja de la línea de conducción, casa de máquinas así

como en el área de despalme de las torres de la línea de transmisión, es donde se ejecutará el despalme y limpia del área.

Esta limpieza incluye el corte de árboles y arbustos, desenraíce, limpia de terreno, retiro del material a sitios fuera de las zonas de trabajo o de las destinadas a préstamos, así como remoción de las capas superficiales del terreno natural en los bancos de préstamo, que por sus características no sean aprovechables para la construcción, así como la remoción de la capa superficial del terreno que no sea adecuada para la cimentación.

La ubicación de las obras se observa en los planos anexos.

Estas acciones se realizarán en forma estrictamente ordenada, iniciando desde la cota inferior a la superior (NAME), con el objetivo de brindar la oportunidad de desplazamiento de la fauna silvestre que utiliza este terreno para su forrajeo, alimentación, percheo, reproducción, etc.; el material forestal será aprovechado para beneficio del propietario o posesionario del predio y el material de "braceo" será triturado y mezclado con el despalme; este material será llevado en camiones a los terrenos agrícolas aledaños, para su incorporación en las tierras de cultivo, con el objeto de mejorar la estructura de los suelos. El volumen generado por esta actividad es de aproximadamente 4,500 metros cúbicos.

Una vez obtenido el trazo correspondiente se procederá con la práctica de desmonte en tramos consecutivos de 200 metros, y manteniendo la misma práctica dentro de los límites establecidos de apertura de las obras. Los tramos consecutivos se realizaran según se requiera el avance de la obra, reduciendo el riesgo de erosión. La ejecución del desmonte en

tramos de 200 metros permitirá realizar actividades de manejo y rescate de flora y fauna.

El desmonte se realizará mediante el derribo de árboles, utilizando motosierras. Se emplearán 4 brigadas de 5 personas cada una; totalizando 20 personas, técnicos especializados en prácticas de manejo forestal y ambiental. El procedimiento de desmonte iniciará con el marcaje del arbolado y su catalogación.

Posteriormente se realizará el talado de los árboles, siguiendo dos técnicas específicas para cada clase diamétrica encontrada, para los árboles cuyo diámetro es menor a 1.5 m se realizará el siguiente procedimiento:

- Identificar el árbol a talar y definir el sentido de la tala, considerando la inclinación del mismo, del terreno y la dirección del viento al momento de realizar la preparación de la actividad.
- Se realizará el desramado inicial del sitio de trabajo, del árbol y el terreno alrededor del árbol.
- Se realizará la tala dirigida hacia el centro del eje del trazo. La tala dirigida requiere el corte en bisagra del tronco del árbol, cortando primero una muesca triangular, que es la muestra de dirección y seguidamente se realizará el corte de tala, que se ejecuta de manera horizontal desde el lado opuesto al primer corte.
- Se talarán primero los árboles de menor diámetro. Para el caso de arbolado de diámetros mayores, se requerirá la técnica de apeo en altura, y posteriormente el derribo dirigido hacia el interior del trazo. Se realizará el corte en segmentos de manejo adecuado que serán trasladados con gancho michoacano y serán transportados en

camión para ser aprovechados en actividades de construcción del proyecto.

- Las ramas pequeñas y trozos de menor diámetro serán triturados para la conformación de la composta requerida para las actividades de propagación.
- Los ápices de crecimiento de las ramas juveniles serán colectados y enraizados para realizar la propagación vegetativa y garantizar el acervo genético del individuo talado.

El proyecto requiere la ocupación de una superficie aproximada de 37.91 hectáreas. La superficie neta ocupada por el proyecto es aquella superficie que parcialmente ha sido utilizada por alguna obra o grupo de obras. De manera similar, la superficie requerida para los almacenes temporales no se contabiliza como superficie de ocupación, pues su propia naturaleza permite que la superficie ocupada sea restituida como superficie natural, por lo que serán ubicados en sitios de uso agrícola. Ver tabla 2.21.

Para fines descriptivos se presenta un cuadro de superficies por demarcación municipal, sin embargo la suma total de estas superficies contempla solamente aquellas áreas que se encuentran fuera de la zona federal delimitada bajo administración de CONAGUA. Ver tabla 2.22 para desglose y tabla 2.23 para agrupamiento por municipio.

Asimismo, en la tabla 2.24 se presenta la superficie con cobertura forestal, dicha superficie es la que corresponde a los sitios que presentan vegetación natural y que requieren ser trasplantada o rescatada para poder emplazar las obras o porción de obras, contemplándose un uso de suelo forestal para el proyecto de 11.07 hectáreas. Ver tabla 3.25.

Tabla 2.21. Superficie neta requerida por el proyecto.

Obra	Superficie individual	
	Ha	M ²
Superficie total	37.91	379,155.17
Obra hidráulica (total por tipo de obra)	21.36	213,696.41
Cortina	0.40	4000.00
Embalse	16.5	165,000.00
Obra de toma	0.26	2623.37
Canal de conducción	3.57	35,774.04
Tanque de carga	0.45	4489.00
Tubería de presión	0.16	1,635.00
Canal de desfogue	0.01	175.00
Obras electromecánicas (total por tipo de obra)	15.46	154,658.76
Casa de maquinas	0.06	658.76
Cuadro de interconexión con red pública de CFE en subestación	Ya existe, propiedad de CFE	
Línea de Transmisión de entrega	15.40	154,000.00
Obras de acceso (total por tipo de obra)	1.08	10,800.00
Camino de acceso a cortina y tramo canal	1.08	10,800.00
Camino de acceso a obra de toma*	0.00	0.00
Camino de acceso a casa de máquinas*	0.00	0.00
Camino de acceso a tanque de carga*	0.00	0.00
Camino de acceso a tubería de presión*	0.00	0.00
Obras de apoyos temporales (total por tipos de obras)**	2.0	20,000.00
AGS	0.60	6000.00
AGR	0.40	4000.00
LAB. M	0.10	1000.00
Vi	0.40	4000.00
ATS Y ATR CASA MAQUINAS	0.50	5000.00

*No se contemplan las superficies de apertura para los caminos de accesos hacia dichas obras, toda vez que los caminos serán construidos en el mismo trazo de las obras correspondientes a la presa para evitar así impactar más zonas con vegetación, por lo que dichas superficies a impactar ya se consideran en las superficies de obras.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

**Dichas superficies no se contemplan en la sumatoria para la superficie de ocupación del proyecto, toda vez que serán superficies temporales.

Tabla 2.22. Superficie neta requerida por el proyecto, desglosada según municipio en el que se emplaza.

OBRA	MUNICIPIO	Superficie individual		Administración federal (m ²)	Administración municipal (m ²)
		Ha	m ²		
Superficie total		37.91	379,155.17	169,658.76	209,496.41
Obras hidráulicas		21.36	213,696.41	169,000.00	44,696.41
Cortina	Zacapoaxtla	0.20	2,000.00	2,000.00	
	Cuetzalan	0.20	2,000.00	2,000.00	
Embalse	Zacapoaxtla	8.25	82,500.00	82,500.00	
	Cuetzalan	8.25	82,500.00	82,500.00	
Obra de toma	Zacapoaxtla	0.26	2,623.37		2,623.37
Canal de conducción	Zacapoaxtla	2.07	20,774.04		20,774.04
	Tlatlauquitepec	1.5	15,000.00		15,000.00
Tanque de carga	Tlatlauquitepec	0.45	4,489.00		4,489.00
Tubería de presión	Tlatlauquitepec	0.16	1,635.00		1,635.00
Canal de desfogue	Tlatlauquitepec	0.01	175.00		175.00
Obras electromecánicas		15.46	154,658.76	658.76	154,000.00
Casa de maquinas	Tlatlauquitepec	0.06	658.76	658.76	
Cuadro de interconexión con red pública de CFE en subestación	Zacapoaxtla	Ya existe, propiedad de CFE			Ya existe,
Línea de Transmisión de entrega	Cuetzalan	15.40	154,000.00		154,000.00
Obras de acceso		1.08	10,800.00	--	10,800.00
Camino de acceso a cortina y canal	Zacapoaxtla	1.08	10,800.00		10,800.00
Camino de acceso a obra de toma*	Zacapoaxtla	0.00	0.00		0.00
Camino de acceso a casa de máquinas*	Tlatlauquitepec	0.00	0.00		0.00
Camino de acceso a tanque	Tlatlauquitepec	0.00	0.00		0.00

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

de carga*					
Camino de acceso a tubería de presión*	Tlatlauquitepec	0.00	0.00		0.00
Obras de apoyos temporales**		2.0	20,000.00	--	20,000.00
AGS	Zacapoaxtla	0.60	6000.00		6000.00
AGR	Zacapoaxtla	0.40	4000.00		4000.00
LAB. M	Zacapoaxtla	0.10	1000.00		1000.00
Vi	Zacapoaxtla	0.40	4000.00		4000.00
ATS Y ATR CASA MAQUINAS	Tlatlauquitepec	0.50	5000.00		5000.00

Tabla 2.23. Superficie requerida por el proyecto, según municipios involucrados

Superficie del proyecto bajo competencia municipal	
Municipio	Superficie m ²
Zacapoaxtla	118,697.41
Tlatlauquitepec	21,957.76
Cuetzalan del Progreso	238,500.00
Total	379,155.17

Tabla 2.24. Superficie total por tipo de vegetación.

Obra	Tipo de vegetación y uso del suelo					
	Bosque pino-encino	BMM	Pastizal inducido	Vegetación riparia	Agricultura	Urbano
Superficie total (m ²)	60,369.50	50,348.45	17,616.44	166,675.00	64,545.78	39,600.00
Superficie total (Ha)	6.03	5.03	1.76	16.66	6.45	3.96
Obras hidráulicas	25,138.82	21,882.58	--	166,675.00	--	--
Cortina		2,500.00		1,500.00		
Embalse				165,000.00		
Obra de toma		2,623.37				
Canal de conducción	21,464.42	14,309.61				
Tanque de carga	2,693.40	1,795.60				
Tubería de presión	981.00	654.00				
Canal de desfogue				175.00		
Obras electromecánicas	35,230.67	24,145.87	11,136.44	--	44,545.78	39,600.00
Casa de maquinas		658.76				
Cuadro de interconexión con red pública de CFE	Ya existe, propiedad de CFE					

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

en subestación						
Línea de Transmisión de entrega	35,230.67	23,487.11	11,136.44		44,545.78	39,600.00
Obras de acceso	--	4,320.00	6,480.00	--	--	--
Camino de acceso a cortina y canal		4,320.00	6,480.00			
Camino de acceso a casa de máquinas*						
Camino de acceso a tanque de carga*						
Camino de acceso a tubería de presión*						
Obras de apoyos temporales**					20,000.00	
AGS					6000.00	
AGR					4000.00	
LAB. M					1000.00	
Vi					4000.00	
ATS Y ATR CASA MAQUINAS					5000.00	

Tabla 2.25. Superficie total con vegetación forestal.

OBRA	SUPERFICIE FORESTAL (m ²)	SUPERFICIE FORESTAL (m ²) NO
Superficie total (m ²)	110,717.95	268,437.22
Superficie total (Ha)	11.07	26.84
Obra hidráulica (total por tipo de obra)	47,021.40	166,675.00
Cortina	2,500.00	1,500.00
Embalse		165,000.000
Obra de toma	2,623.37	
Canal de conducción	35,774.03	
Tanque de carga	4,489.00	
Tubería de presión	1,635.00	
Canal de desfogue		175.00
Obras electromecánicas (total por tipo de obra)	59,376.54	95,282.22
Casa de máquinas	658.76	
Cuadro de interconexión con red pública de CFE en subestación	Ya existe, propiedad de CFE	
Línea de Transmisión de entrega	58,717.78	95,282.22
Obras de acceso (total por tipo de obra)	4,320.00	6,480.00
Camino de acceso a cortina y tramo canal	4,320.00	6,480.00
Camino de acceso a obra de toma*		
Camino de acceso a casa de máquinas*		

Camino de acceso a tanque de carga*		
Camino de acceso a tubería de presión*		
Obras de apoyos temporales (total por tipos de obras)		20,000.00
AGS		6000.00
AGR		4000.00
LAB. M		1000.00
Vi		4000.00
ATS Y ATR CASA MAQUINAS		5000.00

c. Etapa de construcción.

Obra de contención.

Se realizará una primera etapa de construcción en la cual se llevarán a cabo los trabajos correspondientes a la obra de desvío y que posteriormente funcionará como obra de toma y canal desarenador, colocando en su sitio la compuerta de cierre de la boquilla del canal de conducción, así mismo se construirá la boquilla a todo lo largo de ésta, para conseguir la construcción de la estructura de salida, se elevaran muros hasta el nivel que indica el proyecto, mismos que serán cimentados con zapatas corridas de concreto, y que deberán de ser disminuidos en su avance hacia aguas arriba hasta encontrarse con el nivel del borde de canal, se procederá a la construcción del fondo de la estructura, misma que será forjada en concreto armado, y se colocara la boquilla de tubo en la obra de toma, para ello la boquilla se desplantara en la elevación 1002 msnm y tendrá una elevación NAMO en 1020 msnm, con una altura de 18 metros y una longitud de corona de 69.51 m.

Canal de conducción (CC).

Posteriormente, se llevarán a cabo las actividades de excavación de las áreas para la construcción del canal que conducirá del caudal, y de acuerdo con la topografía existente, se consideró un canal de conducción de sección trapezoidal, diseñada para conducir un gasto de 12 m³/s, para el cual se considera que irá revestido con concreto armado con una malla, manteniendo una pendiente de 1 al millar. El canal de conducción tendrá una longitud aproximada de 5,962.34 m.

Tanque regulador (TR), Casa de máquina (CM) y subestación.

Partiendo del trazo y nivelación, el desmonte y el despalme; la construcción del TR estará en una cota superior a la CM en una superficie de 4,489.00 m², debido al comportamiento de escurrimientos que se presentan en la cuenca de aportación, y del estudio hidroenergético realizado previamente, se consideraron 2 unidades de diferentes capacidades. Así mismo, el gasto de diseño considerado para el tanque, es el máximo equipado, el cual de acuerdo con la curva de permanencia, tiene su mayor probabilidad de presentarse en la época de avenidas; por lo cual se consideró diseñar el TR, de tal manera de poder garantizar la generación hasta por 2 horas en la época de estiaje, y que además sea capaz de proporcionar la carga necesaria para el funcionamiento hidráulico considerado para las dos unidades en operación.

El TR tendrá una forma rectangular, con dimensiones de 67 m x 67 m y 8.0 m de altura, para un volumen mínimo de almacenamiento de 28,800 m³.

Luego se contempla la construcción de la CM y subestación elevadora estarán mediante la conformación de una plataforma y excavaciones de cimentación en las plantas perimetrales de las estructuras, y de contención para la colocación de las turbinas. La CM estará construida con mampostería en sus paredes exteriores e interiores. Se ocupara una superficie de 658.76 m², (67 x 67 m y una altura de 17.00 m y cuya elevación en el río es a 775 msnm).

La modulación interna de la CM incluye un cuarto de control, un cuarto administrativo y un almacén de herramientas y suministros, seguido a estas actividades se erigirán los muros perimetrales y se procederá en su caso a la instalación de los equipos electromecánicos que deban ser instalados antes de colocar la losa tapa de la CM (el montado de las turbinas y generadores) se cimbrará, armará y colocara la losa tapa y posteriormente se le dará el tratamiento adecuado para su protección de los elementos naturales, así mismo, se realizarán las pruebas necesarias de conexión y funcionamiento. La subestación elevadora que se contempla en el proyecto, permitirá pasar de una corriente de 13.2 Kv a 115 Kv, para ser interconectada con la subestación más cercana al proyecto.

Una vez acondicionado el sitio en sus elementos estructurales, se realizará la construcción del canal de desfogue hacia el Río Tlacoxolo y/o Apulco, para retomar su cauce al mismo río aguas abajo.

Tubería de presión (TP).

La construcción de las TP consistirá en la colocación de dichas tuberías las cuales estarán sujetas a armados de plantillas de acero de refuerzo y el posterior vertido de concreto según las especificaciones requeridas. Esta

base o zapata contendrá los andajes de los soportes de la tubería. Las bases de la tubería y sus soportes estarán colocados según las especificaciones de distanciamiento requerido. Los tubos serán suministrados en secciones de 10 m de largo en todo su trazo siendo de un diámetro de 2.5 m en toda su longitud de 545 m, con una elevación inicial en 1005.97 msnm y elevación final plantilla en 780 msnm. La unión de costura entre los tubos, se realizará mediante el soldado de arco eléctrico desde su interior y cerrando en el exterior del mismo. Al mismo tiempo, la tubería se soldará a las bases y se les colocará un cinturón de seguridad ajustado alrededor del tubo hacia la base. El suministro de los materiales se realizará desde el almacén temporal más cercano.

Caminos de Acceso (CA).

La construcción de los CA se realizará de manera general mediante el empleo de tractor nivelador. No se prevé el acarreo de material de despalme, pues las especificaciones técnicas no lo ameritan. Debido a esta situación solo se recuperará la capa edáfica del sitio, que será acamellonada hacia el lado derecho o izquierdo de la apertura, para ser transportada en última instancia. Una vez realizada la apertura y nivelación aceptable del camino, se procederá a realizar el revestimiento con una aplicación de malla para gravas confinadas que permite incrementar la calidad del trabajo y la duración de utilización sin mantenimiento. Debido a que no existe la compactación del terreno, la permeabilidad del sitio permanece igual, sin causar erosión alguna, se considera aproximadamente la modernización de 7.0 km de caminos que comprende desde la localidad de San Juan Taitic hacia la boquilla, tramos del canal de conducción y a la casa de máquinas, así mismo se contempla la apertura de 1.8 km, por lo que se usarán en mayoría los

caminos existentes cercanos al sitio del proyecto evitando en lo posible la apertura de nuevos caminos.

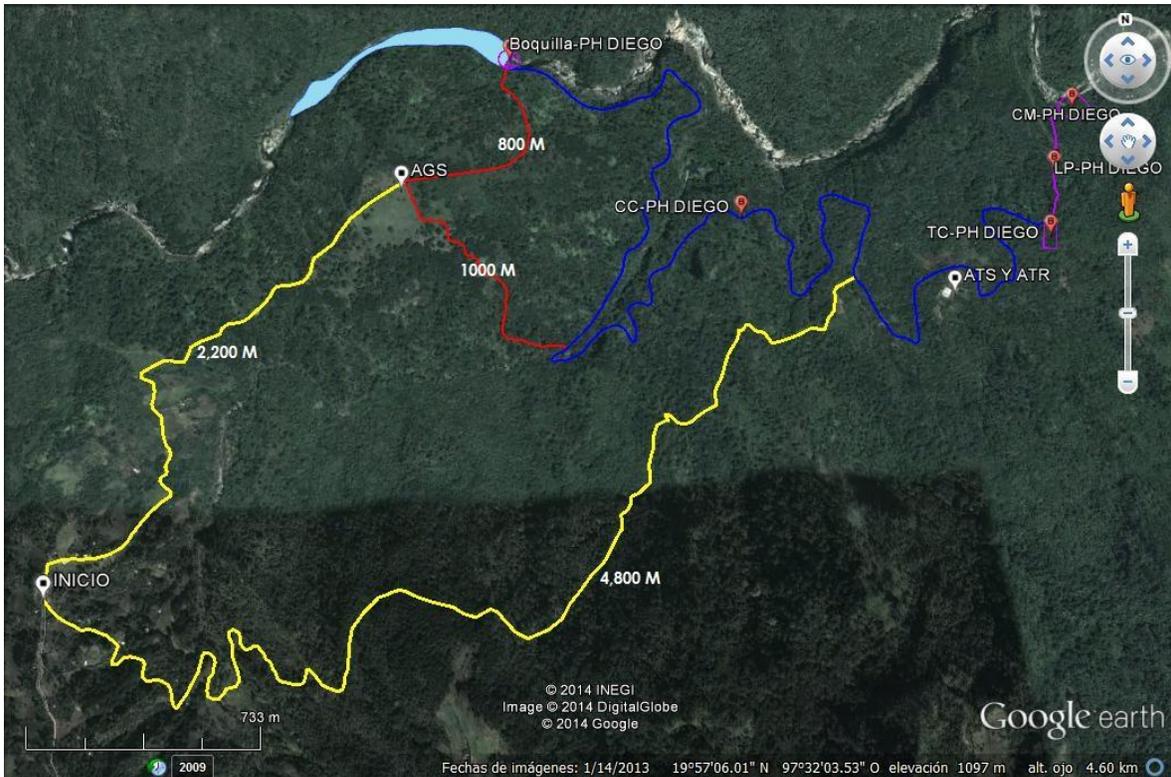


Imagen 2.28. Las líneas amarillas son caminos existentes, el primer tramo comprende de 2,200 m que conduce de la comunidad San Juan Taitic y termina en la zona donde se construirán los almacenes generales, a partir de ahí se propone la apertura de dos trazos (líneas rojas), el primero de 800 m que conducirá a la Boquilla y el segundo de 1000 m que conducirá hacia un tramo del canal; por otra parte el segundo tramo de camino existente consta de aproximadamente 4,800 m que conduce de la comunidad Taitic hasta llegar a un casco de una finca en donde se propone la construcción de almacenes temporales.

Actividades complementarias.

Para el desarrollo de la actividad de construcción del proyecto, se requiere lo siguiente:

- La instalación de 2 almacenes temporales de suministros y un almacén general. También se habilitarán 2 almacenes de residuos y un almacén general. Adicionalmente se construirá un laboratorio de materiales y un laboratorio de control ambiental. Se construirá un vivero y se contará con una oficina de gestión social.
- Se instalarán baños portátiles, mediante la contratación del servicio especializado a razón de 1 baño por cada 15 trabajadores.
- No se realizará ninguna actividad de reparación y/o mantenimiento de la maquinaria en la zona del proyecto, ésta deberá ser llevada a sitios autorizados.
- Se retirarán periódicamente los residuos sólidos generados y dispondrán en el lugar donde indique la autoridad competente.
- El proyecto asociado a la construcción de la presa, es invariablemente el uso de bancos de material, para lo cual se pretende utilizar para los rellenos, el 70% de material producto de excavación y el resto completarlo con material de banco, por lo que este será adquirido a través de una casa de materiales de la región, ya que son ellos quienes tienen identificados los bancos de materiales. En su caso la explotación del banco estará sujeta a

obtener el permiso o concesión correspondiente y a sujetarse a las normas ambientales necesarias.

- Dosificadora de concreto, los volúmenes de concreto serán adquiridos en planta, requiriéndose en el sitio, el material necesario para algunos elementos de concreto.

II.2.5 Operación y mantenimiento

Durante la operación del proyecto hidroeléctrico se realizarán actividades de monitoreo y control. Sin bien la operación del proyecto implica la generación de energía, no se describe como una actividad del mismo, ya que tiene la calidad de ser el objetivo general del proyecto. Para lograr este objetivo y una vez construido el proyecto, la puesta en marcha implicará la realización de pruebas de resistencia y electromecánicas.

Dentro de las actividades de monitoreo y control se contempla la medición rutinaria del caudal derivado, el aprovechado, el turbinado y el caudal desfogado. Así mismo, se realizarán mediciones de control de calidad, partículas y condiciones físico-químicas del agua empleada en el sistema.

La operación implicará actividades de simulacros de contingencias, de fallo en el sistema y de emergencias médicas. De manera similar, se realizará la revisión de integridad física de las estructuras de las tuberías y los equipos en el cuarto de máquinas.

Para las actividades de mantenimiento, la inspección rutinaria descrita arriba será el primer paso. Se realizarán acciones de reemplazo de piezas

mecánicas, aislantes en la subestación, turbinas y sistemas de control, repellados y pintura en presas y estructuras de conducción, reemplazo de señalización y sustitución de insumos de servicio.

Conjuntamente con la construcción y prolongándose durante la operación del proyecto; se realizarán actividades de índole ambiental, tales como: reforestación, rehabilitación de cauces, restauración, propagación, educación ambiental y monitoreo de indicadores, dichas actividades, han sido planteadas como medidas de mitigación y compensación ambiental del proyecto.

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Una vez concluida la construcción de las obras, se realizará primero la limpieza exhaustiva de los sitios ocupados, y el desmantelamiento de las obras auxiliares, iniciando con los almacenes temporales. Posteriormente se realizará la limpieza de los almacenes de residuos y el traslado de los remanentes. Se realizará a partir de aquí la rehabilitación de las superficies ocupadas, eliminando cualquier residuo derramado y rastro de concreto. La rehabilitación se realizará mediante el tendido y bandeado de material edáfico recuperado durante la apertura de los caminos de acceso. Se realizará la plantación de especies en la misma composición y distribución espacial que se registra en los sitios adyacentes a estos.

Los materiales empleados en las instalaciones auxiliares se transportarán hacia el almacén general y se rehabilitara para su reciclaje.

El proyecto en sí terminará su vida útil en un lapso de 60 años, aunque podría incrementarse al implementar un programa de rehabilitación de la

cuenca. Sin embargo, una vez concluida su vida útil, las estructuras serán abandonadas in situ, no sin antes demoler parte de la boquilla para recuperar el flujo continuo del caudal. La tubería será parte de un sistema de monitoreo de la subcuenca.

II.2.7 Residuos

Los residuos sólidos y líquidos peligrosos generados en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento, deberán ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a empresas autorizadas por la SEMARNAT para recolectar este tipo de residuos, y así dar cumplimiento a la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Para el ámbito de residuos, serán divididos en dos grandes categorías, aquellos **no peligrosos y los residuos peligrosos**. Estos últimos tendrán un sistema de gestión como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Los residuos no peligrosos serán canalizados al sistema municipal, no sin antes haber sido clasificados y reciclados.

Residuos no peligrosos.

Dentro de este tipo de residuos se incluirán aquellos generados por la actividad de desmonte (suelo y residuos vegetales). Una parte del material vegetal desmontado se podrá obsequiar a los habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos). Otro tipo de residuo serán los productos de los cortes, que se utilizarán para la construcción de terraplén.

Para el caso de los residuos generados por los trabajadores en el área de trabajo como pueden ser: papel, cartón, residuos orgánicos (alimentos) e inorgánicos (latas, vidrio, PET), y considerando el factor de generación de basura de 0.450 Kg/persona/día, y estimándose un total de 245 personas que estarán involucrados directamente con el desarrollo del proyecto durante los 3 años de construcción que se contemplan, se puede estimar que los desechos domésticos que se generarán sumarán aproximadamente 3,307.5 Kg/mes, haciendo un total de 120,723.75 Kg de basura en el lapso de los 3 años que durará la construcción del proyecto. Además se colocarán baños portátiles, cuyo mantenimiento y disposición de los residuos sólidos que generen, serán realizados por la empresa que se contrate para tal fin.

Residuos peligrosos.

En cuanto a los residuos sólidos industrializados y residuos peligrosos, cabe mencionar que se prevé la generación de basura industrializada como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros; considerados como residuos sólidos industrializados, así como latas vacías o con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas; éstos últimos considerados como residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la LGPGIR en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y las normas oficiales relativas, se colocarán en tambos metálicos de 200 lts con tapa y estarán rotulados con las leyendas “**Residuos Peligrosos**” y se dispondrán en un almacén temporal, el cual cumplirá con los requerimientos mínimos necesarios que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998.

Los residuos industrializados que se generarán en los patios de maquinaria y talleres, se dispondrán temporalmente en un almacén dentro de los patios de maquinaria en contenedores particulares de acuerdo al tipo de residuos.

Para el adecuado almacenamiento de los residuos peligrosos, se instalará un almacén que cumpla con las especificaciones necesarias en materia de manejo de residuos peligrosos. Dicho almacén deberá ser instalado desde el inicio de las actividades con las siguientes características:

- Separada de áreas de producción, servicios, cuerpos de agua, oficinas y almacenes.
- No se ubicará cerca de zonas con riesgo de emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones.
- Tener muros de contención, piso impermeable con canaletas, borde de contención de arena de no menos de 15 cm de altura y fosa captadora para almacenar la 5ª parte de lo almacenado.
- Contar con las señalizaciones preventivas adecuadas.
- Recipientes con tapa e identificados con el tipo de residuo.
- Tener un sistema contra incendios de acuerdo a las características del lugar y cantidad almacenada.
- Tener capacidad para almacenar el combustible utilizado diariamente por la maquinaria, equipo y vehículos.
- Dichas características se toman en cuenta de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, "Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo para el Manejo, Transporte y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas".

Finalmente, para su disposición final se contratará a una empresa especializada que cuente con los permisos correspondientes para el manejo, transporte y disposición final de los mismos.

CARACTERÍSTICAS DEL ALMACÉN DE RESIDUOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.



Imagen 2.29. Características del almacén de residuos y sustancias peligrosas.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO III

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y

ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Regional.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Municipal.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Estatal.

2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

- Áreas Naturales Protegidas.
- Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTP).
- Regiones Hidrológicas Prioritarias de México (RHP).
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).
- Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

3. Normas Oficiales Mexicanas

4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

A). PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018.

B). *PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2011-2017, GOBIERNO DE PUEBLA, ACCIONES QUE TRANSFORMAN.*

C). ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA TRANSICION ENERGÉTICA Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA.

D). PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

5. Planes Sectoriales.

- Estrategia Nacional de Energía 2013-2027.
- Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025

6. Leyes

7. Reglamentos de la LGEEPA relacionados con el proyecto.

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

Este capítulo obedece a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA en la que dispone que *“para la autorización a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados (LGEEPA, su reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables), así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio..”*; por ello, el análisis y la vinculación del proyecto a estos instrumentos, cuando aplican, es ineludible. En este caso, los planteamientos que se hacen son absolutamente congruentes con el diseño del proyecto, o con las características del proceso (capítulo II), ó con las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que se señalan en el capítulo VI.

Por su naturaleza, el sector al que pertenece el proyecto es el eléctrico, el subsector hidroeléctrico, y considerando que se trata de un proyecto de generación de energía eléctrica, y se contempla el desarrollo de infraestructura de generación eléctrica, así como obras de vías de comunicación. Por el tipo de obras, que corresponden a diversos sectores, pero que están asociados al desarrollo del objetivo principal, se realiza un análisis de los instrumentos reglamentarios para su ejecución. Dicho análisis parte del marco jurídico establecido por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para posteriormente identificar aquellos preceptos jurídicos generales y reglamentarios que permiten la planeación, desarrollo y operación del proyecto en cuestión.

Se parte del objetivo general y principal del proyecto: *La generación de energía eléctrica limpia y sustentable, que proviene de fuentes renovables por medio del aprovechamiento de la energía potencial de un caudal derivado y aprovechado de una corriente de agua superficial, sin necesidad de almacenamiento; así como, su transmisión para su interconexión a la red asociada de la Comisión Federal de Electricidad.*

La zona de intervención del Proyecto constituye el borde político administrativo entre tres de los 217 municipios constitutivos de la entidad Poblana, es por ello de los instrumentos de planeación considerados para constatar la viabilidad del Proyecto.

El desarrollo de este Capítulo parte por reconocer el posicionamiento de las actividades estratégicas que representan al Proyecto y que se relacionan con el aprovechamiento de los recursos hidráulicos para la generación de energía eléctrica en la Cuenca del Río Apulco, perteneciente a la Región Hidrológica Tuxpan-Nautla, lo que requiere un tratamiento de ambos sectores (el Hidráulico y Eléctrico) para visualizar los beneficios del Proyecto no solo desde el punto de vista en el incremento en la generación de electricidad y su inclusión al Sistema Eléctrico Nacional, sino también como contribución en la disminución de los Gases de Efecto Invernadero.

Se estudia entonces, la congruencia jurídica que permite desarrollar el proyecto, en virtud del marco reglamentario existente en el país en sus tres niveles de gobierno, por lo que en este capítulo se contempla lo siguiente:

1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)
2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.
3. Normas Oficiales Mexicanas
4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)
5. Planes sectoriales.
6. Programas de desarrollo regional sustentable.
7. Leyes: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Vida Silvestre (cuando hay especies con categoría de riesgo), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (cuando se requiere evaluar el impacto ambiental derivado del cambio de uso del suelo), Ley de Aguas Nacionales, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y otras regulaciones inherentes al proyecto.
8. Reglamentos de la LGEEPA relacionados con el proyecto.

1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

Actualmente, en el estado de Puebla se está trabajando en la elaboración de programas de ordenamiento ecológico territorial (POET), mismos que se han ido estableciendo en tres niveles: 1) Regional, 2) Municipal y 3) Estatal.

1). De los POET Regionales se enlistan en la tabla 3.1, y se representan en el mapa de la imagen 3.1:

Tabla 3.1. Programas de ordenamiento ecológico territorial regionales del estado de Puebla realizados a la fecha, (SMRN 2009-SEMARNAT 2014).

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Regional						
Ordenamiento	Estados	Municipios de Puebla	Área Total (km ²)	Población de parte de Puebla	Problemática General	Etapas
Centro Poniente	Puebla	Acajete, Amozoc, Calpan, Coronango, Cuautinchan, Cuautlancingo, Juan C. Bonilla, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancaleca, San Miguel Xoxtla, San Pedro Cholula, Tecali de Herrera, Tepatlaxco de Hidalgo, Tlaltenango	1 806	2 157 564	Evitar problemas urbanos y el deterioro de las condiciones ambientales	En proceso, convenio firmado
Metropolitano	Puebla, Tlaxcala	Amozoc, Coronango, Juan C. Bonilla, Cuautlancingo, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Pedro Cholula, San Miguel Xoxtla	1 377	1 897 302	Evitar crecimiento desordenado	En proceso
Necaxa-Laxaxalapan	Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz	Ahuacatlán, Ahuazotepec, Amixtlan, Camocuautla, Cuatepec, Chinconcuautla, Chignahuapan, Hermenegildo Galeana, Huauchinango, Huehuetla, Hueytlan, Ixtepec, Jopala, Juan Galindo, Naupan, Olintla, San Felipe Tapatlán, Tepango de Rodríguez, Tepetzintla, Tlaola, Tlapacoya, Xicotepec de Juárez, Zacatlán, Zapotitlán de Méndez, Zihuateutla, Zongozotla.	2 519	354 214	Protección de la producción de energía hidroeléctrica	Decretado y publicado en Noviembre del 2010.
Popocatepetl	Puebla, Morelos, México	Acteopan, Atlixco, Atzizhuacan, Calpan, Chiautzingo, Cohuecan, Domingo Arenas, Huaquechula, huejotzingo, Nealtican, San Jerónimo Tecuanipan, San Nicolás de los Ranchos, San Salvador el Verde, Santa Isabel Cholula	2831	374 559	Riesgo volcánico	Decretado y publicado el 28 de enero del 2005.
Totonaca	Puebla	Acateno, Aquicla, Atempan, Ayotoxco de Guerrero, Caxhuacan, Chignautla, Cuetzalan del Progreso, Hueyapan, Hueytamalco, Huitzilán, Ixtacamaxitlán, Jonotla, Nauzonotla, San Esteban Cuautempan, Tenampulco, Tetela de Ocampo, Teteles de Ávila Camacho, Teziutlán, Tlatlauquitepec, Tuzamapa de Galeana, Xiutetelco, Xochiapulco, Xochitlan de Vicente Suárez, Yaonahuac, Zacapoaxtla, Zaragoza, Zautla, Zoquiapan	3 695	534 747	Riesgo a los pueblos indígenas	En proceso
Tuxpan	Hidalgo, Puebla, Veracruz	Francisco Z. Mena, Jalpan, Pahuatlán, Pantepec, Tlacuilotepec, Tlaxco, Venustiano Carranza, Honey	13 022	119 816	Prevenir los riesgos por causas geológicas disminuir el impacto por el sector energético	Decretado y actualizado, publicado el 20 de julio del 2012.

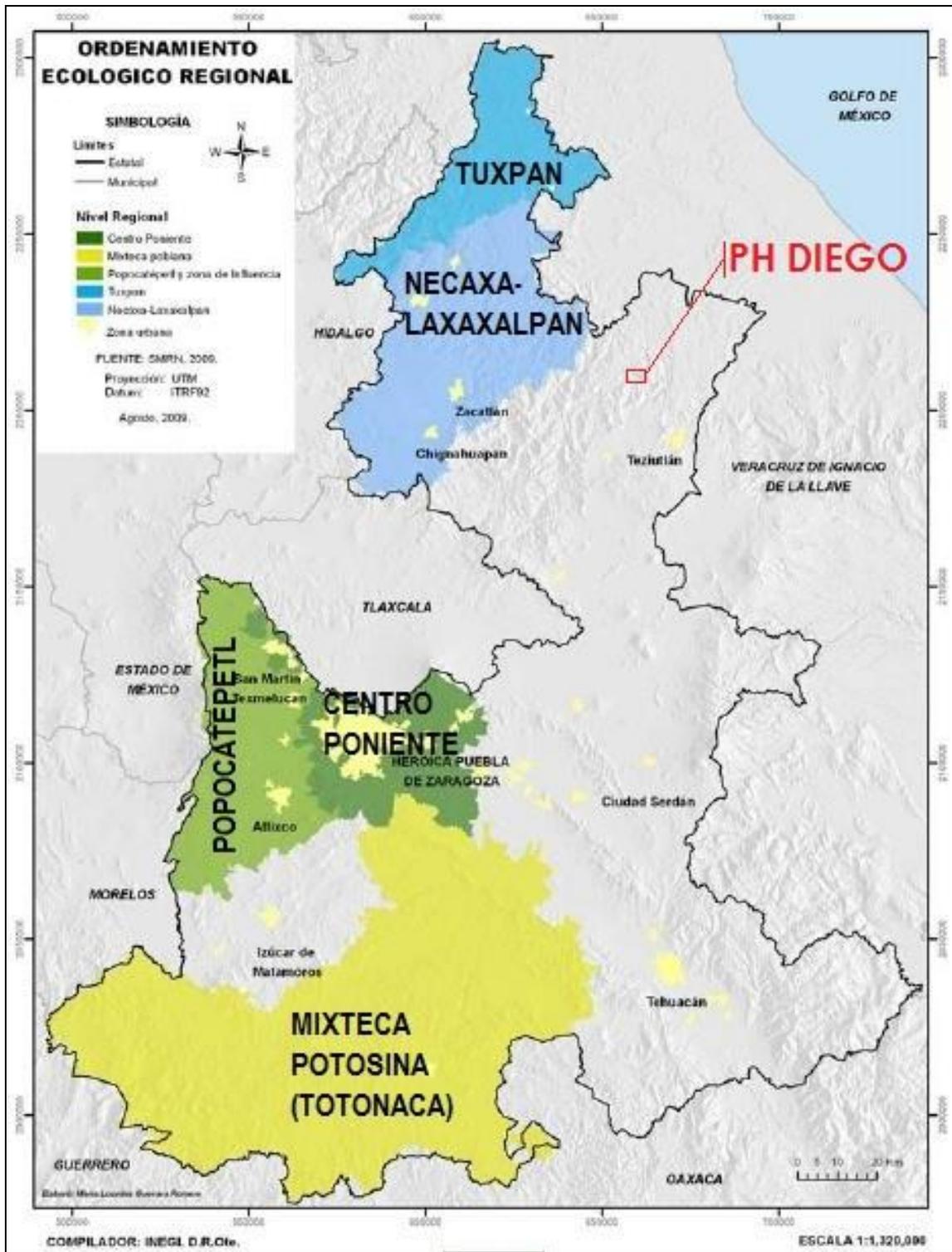


Imagen 3.1. Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales de Puebla (SMNR 2009).

2). Dentro de los POET Regionales existen programas municipales, mismos que se enlistan en la tabla 3.2. y se representan en el mapa 3.2.

Tabla 3.2. Programas de ordenamiento ecológico municipales del estado de Puebla realizado a la fecha, (SMRN 2009).

Ordenamientos Municipales				
Ordenamiento	Municipio	Superficie	Población	Etapas
1-Programas de ordenamiento ecológico municipales, 2007	a-Tlahuapan.	298.51 km ²	33,831 hab.	En proceso
	b-Chiutzingo	44.66 km ²	17,167 hab.	En proceso, convenios firmados.
	c-Cuautinchan.	136.50 km ²	7,720 hab.	
2-Programas de ordenamientos ecológico municipales en municipios de muy alta marginación, 2008	a-Chichiquila, Chilchotla y Quimixtlán (Region Valle de Serdan).	1,805.10 km ²	149.579 hab.	En proceso
	b-Acteopan, Teopantlán y Tepemaxalco (Región Valle de Atlixco)			
	c-Coyomeapan, Eloxochitlán, San Antonio Cañada, (S. Sebastian) Tlacotepec de Diaz, Vicente Guerrero y Zoquitlán (Región Tehuacan y Sierra Negra)			
3-Programas de ordenamientos ecológico municipales en cuatro municipios de muy alta marginación – nororiental, 2008	Atlequizayan, Huitzilán de Serdán, Xochitlán de Vicente Suárez y Zoquiapan	141.62 km ²	29 140 hab.	En proceso
4-Programa de ordenamiento ecológico municipal de Venustiano Carranza, 2008	Venustiano Carranza	308.71 km ²	26 465 hab.	En proceso
5-Programas de ordenamientos ecológico municipales	Ahuacatlán, Chiconcuautla, Jopala, Tlaola y Tepetzintla	609.31 km ²	67 530 habitantes	En proceso



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

en cinco municipios con localidades de alta marginación al norte del estado				
6-Programa de ordenamiento ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan	Cuetzalan del Progreso	135.22 km ²	4,947 hab.	Decretado y publicado el 3 de diciembre del 2010

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

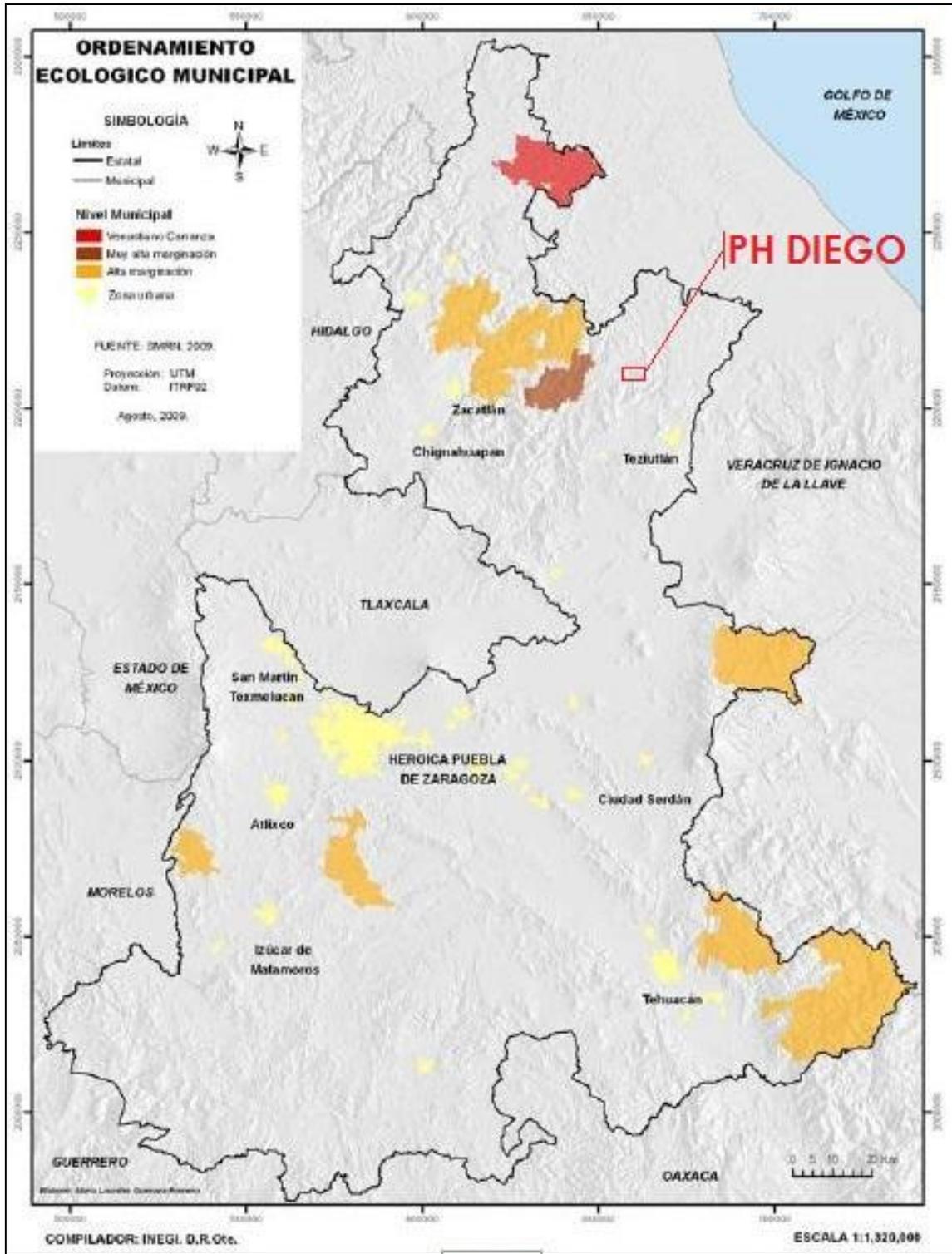


Imagen 3.2. Programas de Ordenamiento Ecologico Municipales de Puebla (SMNR 2009).

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

El polígono del Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso en la parte sur esta dado por el Río Apulco, se estima que parte de las obras de la boquilla se ubica en el límite de dicho ordenamiento; por otra parte, el resto de las obras están fuera del Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan.



Imagen 3.3. Ubicación del proyecto y el polígono del OET Cuetzalan.

3). En el 2004 se dio inicio al POET estatal, mismo que debió estar concluido en el 2009.

En el país 11, estados cuentan con Ordenamientos Ecológicos decretados; En este sentido, para el estado de Puebla se estimaba que para el 2009 se contaría con el Ordenamiento Ecológico de su territorio.

Sin embargo, a la fecha no existe ningún decreto que le dé certeza jurídica al proyecto de ordenamiento del estado de Puebla.

En este sentido, se puede concluir que el sitio del proyecto no se ubica dentro de ningún ordenamiento ecológico, sin embargo, por la información recabada se aprecia que el límite del polígono del POET del municipio de Cuetzalan del Progreso en la parte sur es el Río Apulco, por lo que algunas de las obras del proyecto recaen en dicho cause y extremo del municipio de Cuetzalan, como es parte de la Boquilla, el resto de las obras quedan fueran del polígono perteneciente al OET Cuetzalan, pero para el análisis del Sistema Ambiental Regional, se tomará en cuenta.

2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

Áreas naturales protegidas.

El objetivo del gobierno del Estado para el rubro de biodiversidad es el de diseñar, establecer e implementar los lineamientos, programas y acciones que permitan una protección efectiva y un manejo sustentable de la diversidad de los ecosistemas y de la vida silvestre que los conforman, para beneficio del Estado de Puebla y sus habitantes.

Las áreas naturales protegidas (ANPs) constituyen el instrumento principal para usar, conocer y conservar la diversidad de plantas y animales silvestres, manteniendo los bienes y servicios ecológicos en beneficio de la comunidad. Dentro de estas ANP se han implementado estrategias para obtener un sistema de información sobre la distribución geográfica de la biodiversidad y especies prioritarias. De acuerdo a lo reportado en el Anuario Estadístico de Puebla, INEGI 2011, se cuenta con:

- 5 ANP Federales
- 11 ANP Estatales (4 Parques y 7 Reservas).

El estado de Puebla con una extensión de 34,306 Km², ocupando el lugar 21 a nivel nacional, cuenta con una superficie total de ANP en el estado de 315,149.95 ha, lo que representa cerca del 9.5% del territorio del estado y cerca del 1.2% del área natural protegida del país.

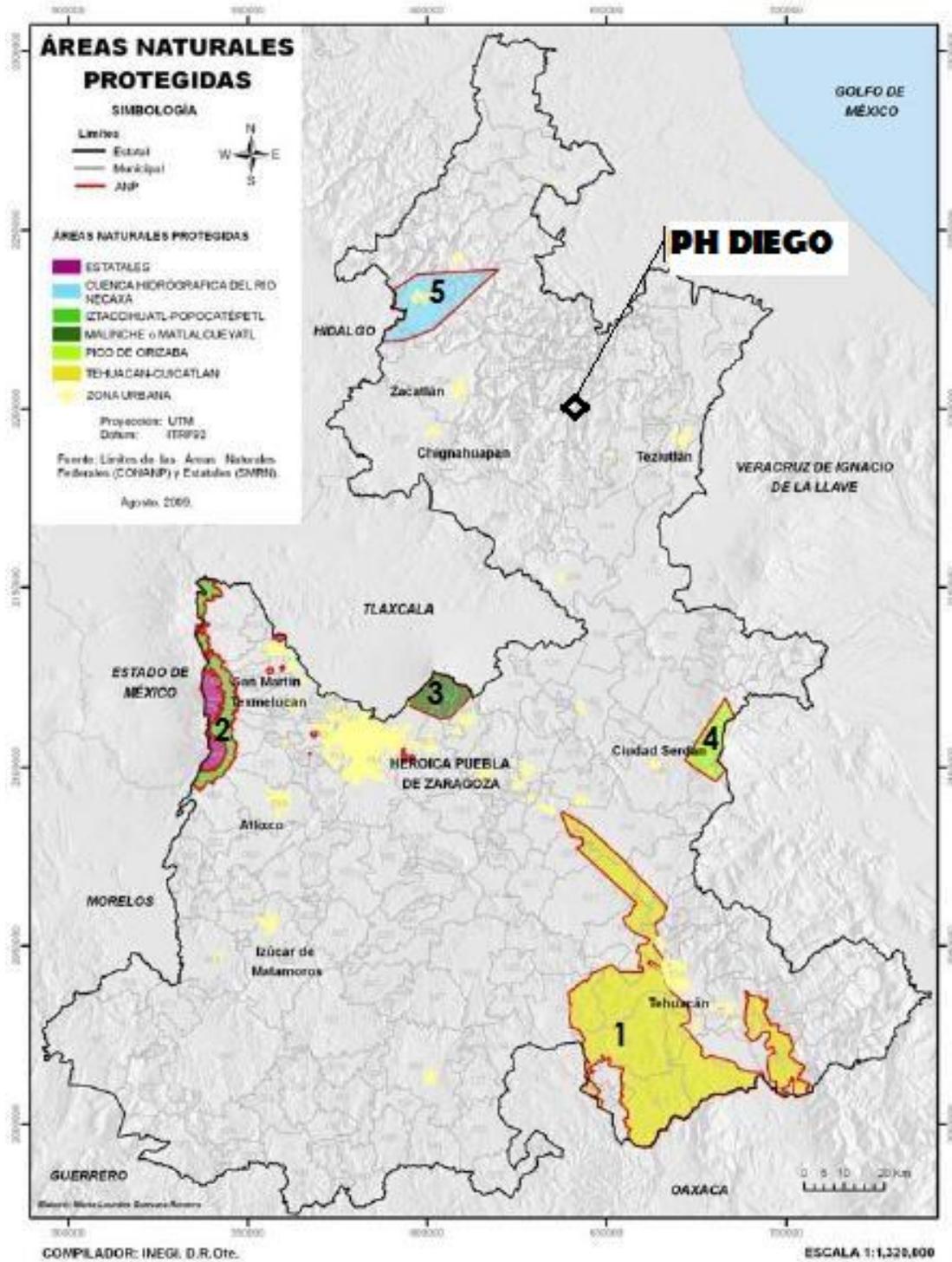


Imagen 3.4. ANP Federales en el estado de Puebla.

Tabla 3.3. Áreas Naturales Protegidas federales en el estado de Puebla.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Área Natural Protegida	Categoría	Superficie en ha	Ubicación	Municipios
Tehuacán-Cuicatlán	Reserva de la Biosfera	490,187	Oaxaca y Puebla	Puebla: Ajalpan, Atexcal, Caltepec, Cañada Morelos, Chapulco, Coyomeapan, Zinacatepec, Juan N. Mendez, Totoltepec de Guerrero, Palmar de Bravo, Tecamachalco, Yehualtepec, Tlacoltepec de Benito Juárez, Tepanco de López, Santiago Miahuatlan, Coxcatlan, San Gabriel Chilac, San José Miahuatlan, Tehuacan y Zapotitlán
<u>Iztaccihuatl - Popocatepelt</u>	Parque nacional	39,819	México, Puebla y Morelos	Puebla: Santa Rita Tlahuapan, San Salvador el Verde, Huejotzingo, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco.
<u>Malinche o Matlalcuévatl</u>	Parque nacional	45,711	Tlaxcala y Puebla	Puebla: Amozoc, Puebla, Acajete y Tepatlaxco de Hidalgo .
<u>Pico de Orizaba</u>	Parque nacional	19,750	Veracruz y Puebla	Puebla: Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma y Atzitzintla.
Cuenca Hidrográfica del río Necaxa	Área de Protección de Recursos Naturales	39,557	Puebla	Acoxochitlan, Ahuazotepec, Choconcuautla, Cuauhtepic de Hinojosa, Huauchinango, Juan Galindo, Naupan, Tlaola, Xicotepec, Zacatlán, Zihuateutla.

Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTP).

Para el caso del proyecto que se analiza, éste se encuentra en la RTP 105-Cuentzalan, abarcando los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla, Tlatlauquitepec, la RTP 105- Cuetzalán, cuenta con una superficie de 1,284 km², está definida como prioritaria para la conservación por la existencia de bosques mesófilos de montaña presente en las cañadas y la selva alta perennifolia en las partes bajas. Sin embargo,

dados los requerimientos ambientales de ambos tipos de vegetación hay un nivel de fragmentación muy grande y la coexistencia con bosques de encino y de éste en asociación con pino, así como grandes extensiones perturbadas. El único manchón significativo de selva alta se ubica entre las cotas de 200 y 400 msnm y el bosque mesófilo se presenta en las laderas entre los 1,200 y 1,800 msnm.

La problemática ambiental que presenta la RTP 105, es que la vegetación se encuentra muy fragmentada debido principalmente a la ganadería extensiva, la deforestación, el cultivo de árboles frutales y el excesivo turismo en la zona. Según algunos expertos tiene potencial de recuperación.

Con respecto al aspecto biótico, su diversidad ecosistémica consiste en bosque mesófilo de montaña, y tiene un valor de conservación de 1 (bajo), los principales tipos de vegetación y uso del suelo representado en esta región, así como su porcentaje de superficie son las que se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 3.4. Aspectos bióticos de la RTP 105-Cuetzalan.

Tipos de vegetación	Uso del suelo	% de superficie
Agricultura, pecuario y forestal	Actividades que hacen uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de carácter temporal.	78%
Bosque mesófilo de montaña	Bosque con vegetación densa, muy húmedos, de clima templado. Solo se presenta en laderas superiores a los 800 m.	10%
Bosque de pino	Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías.	7%
Otros		5%



Imagen 3.5. Ubicación de la RTP 105-Cuetzalan.

Cabe señalar que, el área donde se desarrollarán las obras, corresponde a terreno agrícola, vegetación riparia y vegetación en estado de fragmentación. Por lo que las obras del proyecto, no comprometen la diversidad ecosistémica representativa de la región consistente en bosques mesófilos de montaña.

Regiones Hidrológicas Prioritarias de México (RHP)

En lo que respecta a las regiones hidrológicas Prioritarias, se registra que en mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Se identifican 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación.

El proyecto hidroeléctrico se encuentra en la RHP-76 denominada Río Tecolutla con una extensión de 7,950.05 km² de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y que comprende parte de los estado de Puebla y Veracruz. Su caracterización y diagnóstico tiene como finalidad el establecimiento de un marco de referencia para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido de los recursos presentes en la región.

Para la RHP-76 se identificó una sustantiva modificación de su entorno por la deforestación, modificación de la vegetación, excepto en las cañadas,

pérdida de suelo por deslave y manejo inadecuado del suelo. El agua presenta contaminación por descargas urbanas y tiene presencia de agroquímicos, además de ser también fuente de enfermedades por la presencia de coliformes en las cuentas bajas y medias.

Con relación a lo anterior y considerando que el proyecto realizará el aprovechamiento sustentable del agua superficial del Río Apulco, se pretende orientar los esfuerzos de utilización, no solo del agua sino de los elementos presentes en la cuenca, con un sentido de responsabilidad ambiental. Como elemento de alta importancia para la RHP-76, se diseñó el programa de monitoreo ambiental con un componente de gestión del proyecto hidroeléctrico. En este sentido, se plantea el desarrollo de acciones de monitoreo, gasto ecológico y de monitoreo de la calidad del agua, para asegurar que el uso del agua por el proyecto se realice de manera racional y efectiva.

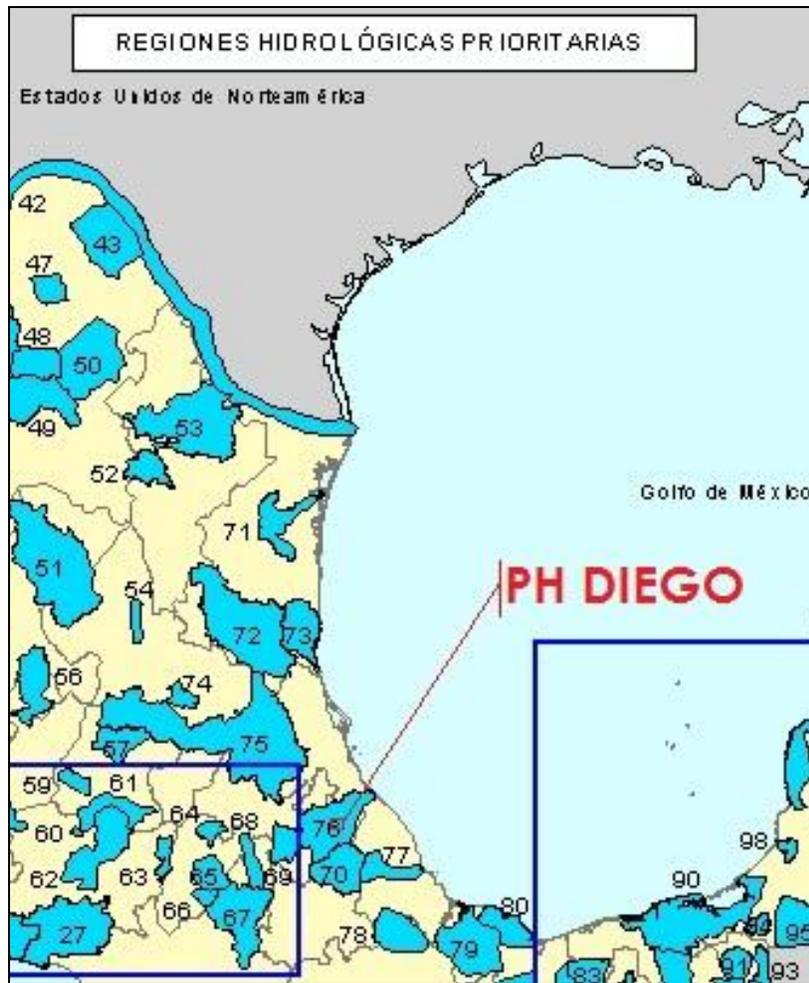


Imagen 3.6. Mapa de la RHP 76-Río Tecolutla.

En la RHP-76, interactúa con las siguientes localidades: Cuetzalan, Zacapoaxtla, Zapotitlán, Huauchinango, Tajín, Tecuantepec, El Espinal, Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Cazonas, Coatzintla, Chumatlán, Poza Rica, en donde las actividades económicas principales son la agricultura, ganadería, pesca y turismo.

En dicha región hidrológica la biodiversidad existente está conformada por los tipos de vegetación de: bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar en la

cuenca baja. Alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca.

Esta región hidrológica como todas las demás en el país, persisten problemáticas que poco a poco han ido degradando su ecosistema y la modificación del entorno como suelen ser: la deforestación y modificación de la vegetación ocasionada por la tala inmoderada en la cuenca alta, excepto en cañadas; ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo. Asimismo, se aprecia la contaminación por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla, así como, la presencia de Coliformes en las cuenca baja y media.

Por las características de las obras que se proponen, se establece que su instalación, no comprometerá los recursos ni la biodiversidad de la región, dado que las obras relativas al proyecto hidroeléctrico, se ubicarán en zonas fragmentadas y donde la vegetación original de BMM ha desaparecido, actualmente la zona de interés esta dedicada a las actividades agropecuarias, existiendo tan solo algunos remanentes de vegetación secundaria.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Para el caso del proyecto que se analiza, cabe señalar que se ubica en la AICA-38 C-47 Cuetzalán, en el límite poniente como se puede observar a continuación, toda vez que el Río Apulco es parte de dicho polígono a la altura de donde se ubicaran las obras, por tal motivo se considera el análisis correspondiente.

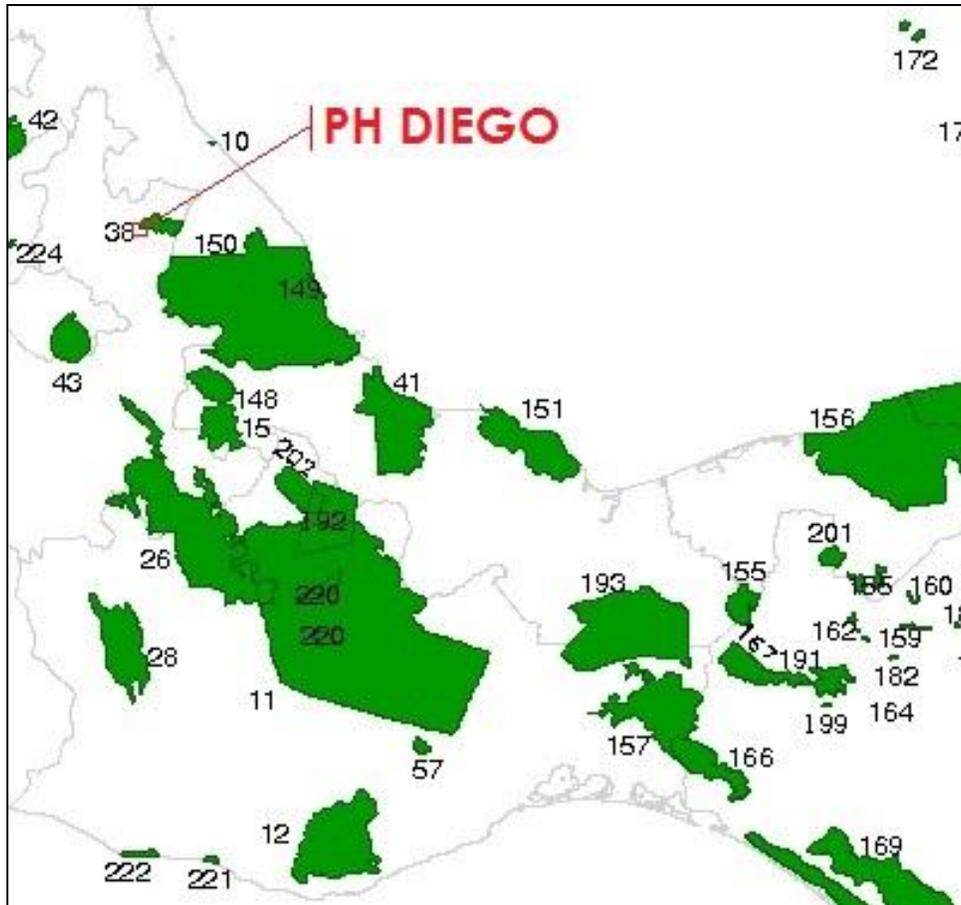


Imagen 3.7. Mapa de las AICA's cercanas al sitio del proyecto.

Por las características de las obras que se proponen, se establece que su instalación, no se comprometerá los recursos ni la biodiversidad de ésta Región.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB):

En este sentido, para fines de congruencia y vinculación con las políticas nacionales, el proyecto hidroeléctrico se encuentra ubicado dentro de la región ecológica 18.32 en la Unidad Ambiental Biofísica 117 llamada Karts Huasteco Sur.

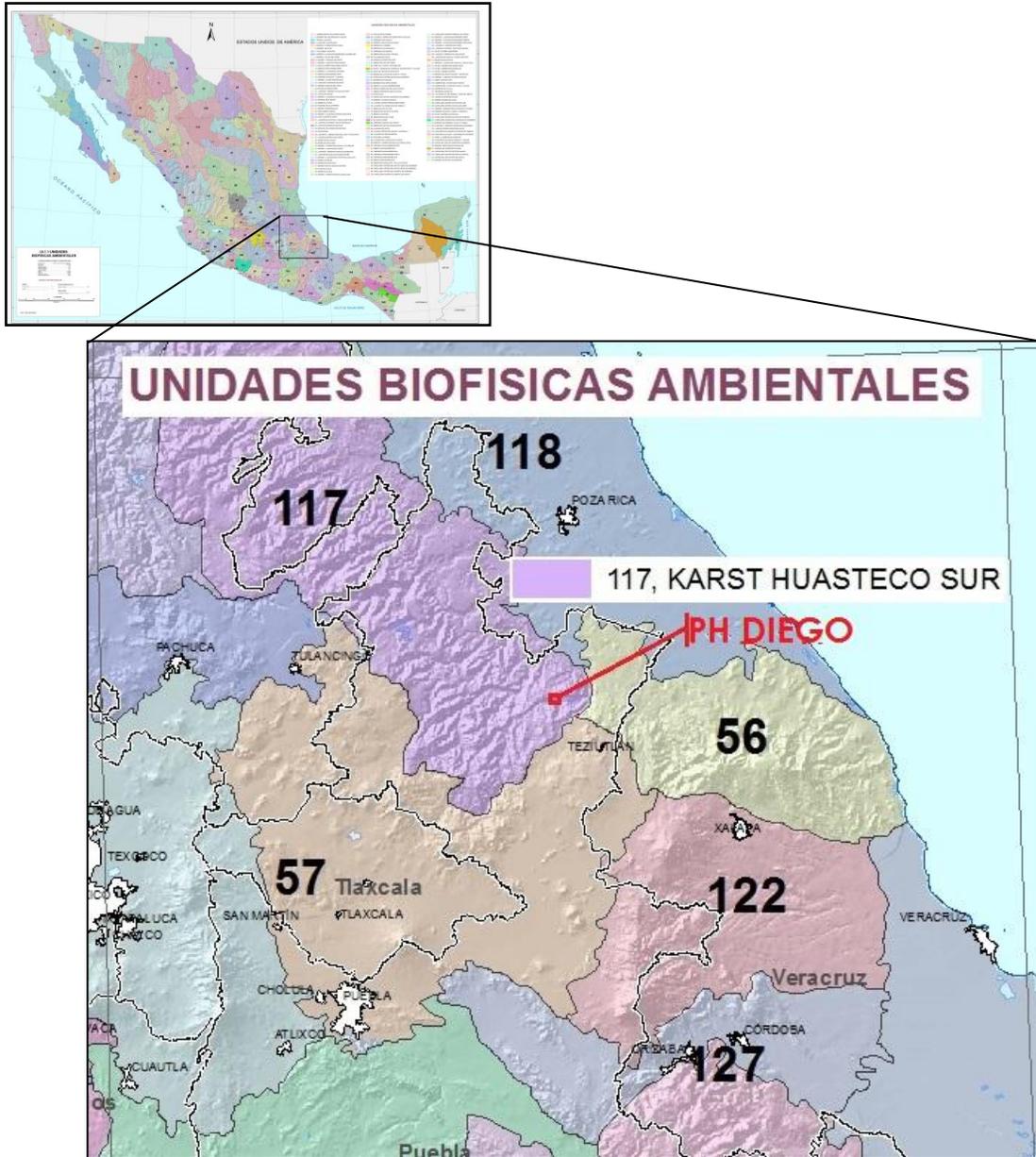


Imagen 3.8. Mapa de las UAB en el país y su representación en el sitio del proyecto.

Las condiciones generales que se detallan en el POEGT para esta UAB son los siguientes:

- Estado Actual Medio Ambiente: Inestable
- Estado a Corto Plazo (2 años atrás): Inestable
- Estado a Mediano Plazo (9 años después): Inestable
- Estado a Largo Plazo (19 años después): Inestable a Crítico
- Prioridad de Atención: Media
- Política Ambiental Rectora: Restauración y Aprovechamiento Sustentable

Lo anterior se desprende del diagnóstico por consulta pública, siendo la caracterización de la UAB 117 la siguiente:

“117. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP’s. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de carreteras (Km): Media. Porcentaje de zonas urbanas: Muy Baja. Porcentaje de cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (Hab/Km²): Baja. El uso de suelo es agrícola y forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 35.8. Alta Marginación Social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.”

Tabla 3.5. Tabla de estrategia ecológicas aplicables y las líneas de acción que implementará el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Estrategias Ecológicas Aplicables a la UAB	Estrategia de acción del Proyecto
De preservación	
ESTRATEGIA 1. CONSERVACIÓN IN SITU DE LOS ECOSISTEMAS Y SU BIODIVERSIDAD.	Programa de manejo de flora y fauna.
ESTRATEGIA 2. RECUPERACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO.	Programa de manejo de flora y fauna.
ESTRATEGIA 3. CONOCIMIENTO, ANÁLISIS Y MONITOREO DE LOS ECOSISTEMAS Y SU BIODIVERSIDAD	Programa de manejo de flora y fauna, Programa de Monitoreo Ambiental.
ESTRATEGIA 4. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE ECOSISTEMAS, ESPECIES, RECURSOS GENÉTICOS Y RECURSOS NATURALES.	Programa de manejo de flora y fauna.
ESTRATEGIA 5. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS Y PECUARIOS.	Programa de Monitoreo Ambiental.
ESTRATEGIA 6. MODERNIZAR LA INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA Y TECNIFICAR LAS SUPERFICIES AGRÍCOLAS.	No existe relación.
ESTRATEGIA 7. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS FORESTALES.	Programa de manejo de flora y fauna.
ESTRATEGIA 8. VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES	Programa de Monitoreo Ambiental.
De protección de los recursos naturales.	
ESTRATEGIA 12. PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS.	Programa de manejo de flora y fauna.
ESTRATEGIA 13. RACIONALIZAR EL USO DE AGROQUÍMICOS Y PROMOVER EL USO DE BIOFERTILIZANTES.	No existe relación.
De restauración.	
ESTRATEGIA 14. RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES Y SUELOS AGROPECUARIOS.	Programa de manejo de flora y fauna, Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.
De aprovechamiento sustentable.	
ESTRATEGIA 15. APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL SECTOR MINERO AL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL Y AL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.	No existe relación.
ESTRATEGIA 15BIS. COORDINACIÓN ENTRE LOS SECTORES MINERO Y AMBIENTAL.	No existe relación.
ESTRATEGIA 18. ESTABLECER MECANISMOS DE SUPERVISIÓN E INSPECCIÓN QUE PERMITAN EL CUMPLIMIENTO DE METAS Y NIVELES DE SEGURIDAD ADECUADOS EN EL SECTOR DE HIDROCARBUROS.	No existe relación.
ESTRATEGIA 19. FORTALECER LA CONFIABILIDAD Y SEGURIDAD ENERGÉTICA PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD EN EL TERRITORIO, MEDIANTE LA DIVERSIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA, INCREMENTANDO LA PARTICIPACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS, PERMITIENDO DE ESTA FORMA DISMINUIR LA DEPENDENCIA DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO	El mismo Proyecto Hidroeléctrico o parte de la estrategia planteada pues se trata de un proyecto de energía limpia. Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

INVERNADERO.	del Proyecto.
ESTRATEGIA 20. MITIGAR EL INCREMENTO EN LAS EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO Y REDUCIR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, PROMOVRIENDO LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Y FACILITANDO EL DESARROLLO DEL MERCADO DE BIOENERGÉTICOS BAJO CONDICIONES COMPETITIVAS, PROTEGIENDO LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL.	El mismo Proyecto Hidroeléctrico es parte de la estrategia planteada pues se trata de un proyecto de energía limpia. Programa de Seguimiento o de Calidad Ambiental del Proyecto.
ESTRATEGIA 21. REDISEÑAR LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA HACIA EL FOMENTO PRODUCTIVO DEL TURISMO.	No existe relación.
ESTRATEGIA 22. ORIENTAR LA POLÍTICA TURÍSTICA DEL TERRITORIO HACIA EL DESARROLLO REGIONAL.	No existe relación.
ESTRATEGIA 23. SOSTENER Y DIVERSIFICAR LA DEMANDA TURÍSTICA DOMÉSTICA E INTERNACIONAL CON MEJORES RELACIONES CONSUMO (GASTOS DEL TURISTA)-BENEFICIO (VALOR DE LA EXPERIENCIA, EMPLEOS MEJOR REMUNERADOS Y DESARROLLO REGIONAL).	No existe relación.
De mejoramiento social	
ESTRATEGIA 24. MEJORAR LAS CONDICIONES DE VIVIENDA Y ENTORNO DE LOS HOGARES EN CONDICIONES DE POBREZA PARA FORTALECER SU PATRIMONIO.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 28. CONSOLIDAR LA CALIDAD DEL AGUA EN LA GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICO.	Programa de monitoreo ambiental.
ESTRATEGIA 29. POSICIONAR EL TEMA DEL AGUA COMO UN RECURSO ESTRATEGICO Y DE SEGURIDAD NACIONAL.	Programa de monitoreo ambiental.
De equipamiento urbano y regional.	
ESTRATEGIA 31. GENERAR E IMPULSAR LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE CIUDADES Y ZONAS METROPOLITANAS SEGURAS, COMPETITIVAS, SUSTENTABLE, BIEN ESTRUCTURADAS Y MENOS COSTOSAS.	No existe relación.
ESTRATEGIA 32. FRENAR LA EXPANSIÓN DESORDENADA DE LAS CIUDADES, DOTARLAS DE SUELO APTO PARA EL DESARROLLO URBANO Y APROVECHAR EL DINAMISMO, LA FORTALEZA Y LA RIQUEZA DE LAS MISMAS PARA IMPULSAR EL DESARROLLO REGIONAL.	No existe relación.
El desarrollo social.	
ESTRATEGIA 33. APOYAR EL DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y PROMOVER LA ARTICULACIÓN DE PROGRAMAS PARA OPTIMIZAR LA APLICACIÓN DE RECURSOS PÚBLICOS QUE CONLLEVEN A INCREMENTAR LAS OPORTUNIDADES DE ACCESO A SERVICIOS EN EL MEDIO RURAL Y REDUCIR LA POBREZA.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 34. INTEGRACIÓN DE LAS ZONAS RURALES DE ALTA Y MUY ALTA MARGINACIÓN A LA DINÁMICA DEL	Programa de Inserción Social.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

DESARROLLO NACIONAL.	
ESTRATEGIA 35. INDUCIR ACCIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD SOCIAL EN LA POBLACIÓN RURAL PARA APOYAR LA PRODUCCIÓN RURAL ANTE IMPACTOS CLIMATOLÓGICOS ADVERSOS.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 36. PROMOVER LA DIVERSIFICACIÓN DE LA SACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO Y EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA BIOMASA . LLEVAR A CABO UNA POLÍTICA ALIMENTARIA INTEGRAL QUE PERMITA MEJORAR LA NUTRICIÓN DE LAS PERSONAS EN SITUACIÓN DE POBREZA.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 37. INTEGRAR A MUJERES, INDÍGENAS Y GRUPO SVULNERABLES AL SECTOR ECONÓMICO-PRODUCTIVO EN NÚCLEOS AGRARIOS Y LOCALIDADES RURALES VINCULADAS.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 38. FOMENTAR EL DESARROLLO DE CAPACIDADES BÁSICAS DE LAS PERSONAS EN CONDICIÓN DE POBREZA.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 39. INCENTIVAR EL USO DE LOS SERVICIOS DE SALUD, ESPECIALMENTE DE LAS MUJERES Y LOS NIÑOS DE LAS FAMILIAS EN POBREZA.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 40. ATENDER LAS NECESIDADES DE LOS ADULTOS MAYORES MEDIANTE LA INTEGRACIÓN SOCIAL Y LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES. PROMOVER LA ASISTENCIA SOCIAL A LOS ADULTOS MAYORES EN CONDICIONES DE POBREZA O VULNERABILIDAD, DANDO PRIORIDAD A LA POBLACIÓN DE 70 AÑOS Y MÁS, QUE HABITA EN COMUNIDADES RURALES CON LOS MAYORES ÍNDICES DE MARGINACIÓN.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 41. PROCURAR EL ACCESO A INSTANCIAS DE PROTECCIÓN SOCIAL A PERSONAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD.	Programa de Inserción Social.
De coordinación institucional.	
ESTRATEGIA 42. ASEGURAR LA DEFINICIÓN Y EL RESPETO A LOS DERECHOS DE PROPIEDAD RURAL.	Programa de Inserción Social.
ESTRATEGIA 44. IMPULSAR EL DESARROLLO REGIONAL MEDIANTE ACCIONES COORDINADAS ENTRE LOS TRES ÓRDENES DE GOBIERNO Y CONCERTADAS CON LA SOCIEDAD CIVIL.	Dirección de Comunicación, Dirección de Gestión

3. Normas Oficiales Mexicanas

Además del marco jurídico que aplica y regula la ejecución del proyecto; en México existe un marco normativo que permite establecer los procedimientos mínimos que deben cumplirse de manera particular para cada actividad regulada que pretenda llevarse a cabo durante cualquier etapa del proyecto.

Se realizó la búsqueda de las normas aplicables al sector y a las actividades del proyecto que son contempladas en el artículo 5 del R-EIA. La fuente bibliográfica para las normas descritas fue la sesión de Leyes y Normas de la SEMARNAT, a través de la consulta siguiente: <http://www.semarnat.gob.mx/noms>, en la que se agrupan las normas oficiales mexicanas por materia.

Tabla 3.6. NOM's de observación obligatoria para el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico DIEGO.

Número de Norma	Título de Norma	Materia de normalización	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Descarga de aguas residuales	El aprovechamiento del proyecto resultará en la descarga del agua turbinada a través de un canal de desfogue conectado con el Río Apulco. La aplicación de esta norma resulta obligatoria en este punto, por lo que se realizará el procedimiento de análisis considerado en la norma, y se realizará de manera permanente, continua y a

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			<p>intervalos regulares para garantizar y demostrar que la calidad del agua turbinada que sale del sistema de generación se descarga con parámetros fisicoquímicos acordes a los límites máximos permitidos, además de otros sitios que sean necesarios para la obtención de muestras que permitan comparar la calidad del agua que se introduce al sistema y la que se descarga, con aquella calidad de la microcuenca.</p>
<p>NOM-085-SEMARNAT-1994</p>	<p>Contaminación atmosférica-fuentes fijas.- para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.</p>	<p>Emisiones contaminantes</p>	<p>Esta norma es de observación obligatoria en los términos dispuestos, en particular durante la construcción del proyecto, pues se prevé la utilización de sistemas de generación eléctrica y compresores de aire que funcionan con motores de combustión interna, y que por tal motivo realizan emisiones a la atmósfera. La observación de esta norma se realizará mediante la verificación de los equipos utilizados en los siguientes momentos: previamente a su puesta en marcha mediante renta o adquisición, verificación cada 6 meses a partir de su puesta en marcha, y hasta que el equipo sea dado de baja. En este último caso no se requerirá la verificación semestral cuando no se hayan cumplido 6 meses desde la última verificación. Se llevará una bitácora de ingreso y baja de los equipos donde se asentará</p>

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			también el modelo, número de serie, responsable de su operación, propietario, fechas y resultados de la verificación. El promovente será solidario de la verificación en caso de arrendamiento.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Emisiones contaminantes	Esta norma se aplicará de forma obligatoria para todos los vehículos propios de la empresa al servicio del proyecto, aquellos que sean arrendados para el mismo fin; siendo en este último caso el promovente responsable solidario de su cumplimiento. Esta norma se cumplirá mediante la obtención de la aprobación del sistema de verificación vehicular que exista en el estado, y se realizará previamente a su incorporación al proyecto, y a partir de ese evento será de manera permanente, semestral, y la responsabilidad será continua hasta su desincorporación de actividades directas relacionadas con los objetivos del proyecto.
NOM-044-SEMARNAT-1993	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 diésel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular	Emisiones contaminantes	Esta norma se aplicará de forma obligatoria para todos los vehículos propios de la empresa al servicio del proyecto, aquellos que sean arrendados para el mismo fin; siendo en este último caso el promovente responsable solidario de su cumplimiento. Esta norma se cumplirá mediante la obtención de la aprobación del sistema de verificación vehicular que

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	mayor de 3,857 kilogramos.		exista en el estado, y se realizará previamente a su incorporación al proyecto, y a partir de ese evento será de manera permanente, semestral, y la responsabilidad será continua hasta su desincorporación de actividades directas relacionadas con los objetivos del proyecto.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Emisiones contaminantes	Esta norma se aplicará de forma obligatoria para todos los vehículos propios de la empresa al servicio del proyecto, aquellos que sean arrendados para el mismo fin; siendo en este último caso el promovente responsable solidario de su cumplimiento. Esta norma se cumplirá mediante la obtención de la aprobación del sistema de verificación vehicular que exista en el estado, y se realizará previamente a su incorporación al proyecto, y a partir de ese evento será de manera permanente, semestral, y la responsabilidad será continua hasta su desincorporación de actividades directas relacionadas con los objetivos del proyecto.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Residuos peligrosos	El cumplimiento de esta norma se realizará durante el proceso de formulación del plan de manejo de residuos que llegarán a generar durante las diferentes etapas del proyecto, poniendo atención especial en las actividades de la etapa de

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			construcción.
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.	Residuos peligrosos	Para realizar el cumplimiento de esta norma, se realizará la contratación de una empresa autorizada en manejo de residuos peligrosos que se encuentre debidamente registrada ante la SEMARNAT. Durante el proceso de contratación el promovente establecerá con el prestador de servicios un proceso de verificación interna, que permita al promovente mantener certeza sobre las buenas prácticas de manejo y disposición final que ofrece el prestador de servicios.
NOM-052-SEMARNAT-1993	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Residuos peligrosos	El cumplimiento de esta norma se realizará durante el proceso de formulación del plan de manejo de residuos que llegarán a generar durante las diferentes etapas del proyecto, poniendo atención especial en las actividades de la etapa de construcción.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Residuos peligrosos	El cumplimiento de esta norma se realizará durante el proceso de formulación del plan de manejo de residuos que llegarán a generar durante las diferentes etapas del proyecto, poniendo atención especial en las actividades de la etapa de construcción.
NOM-055-SEMARNAT-	Que establece los requisitos que debe reunir los sitios que se destinarán para un	Residuos peligrosos	Para realizar el cumplimiento de esta norma, se realizará la

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

<p>2003</p>	<p>confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.</p>		<p>contratación de una empresa autorizada en manejo de residuos peligrosos que se encuentre debidamente registrada ante la SEMARNAT. Durante el proceso de contratación el promovente establecerá con el prestador de servicios un proceso de verificación interna, que permita al promovente mantener certeza sobre las buenas prácticas de manejo y disposición final que ofrece el prestador de servicios.</p>
<p>NOM-161-SEMARNAT-2011</p>	<p>Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.</p>	<p>Residuos peligrosos</p>	<p>El cumplimiento de esta norma se realizará durante el proceso de formulación del plan de manejo de residuos que llegarán a generar durante las diferentes etapas del proyecto, poniendo atención especial en las actividades de la etapa de construcción.</p>
<p>NOM-161-SEMARNAT-2011</p>	<p>Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.</p>	<p>Residuos sólidos urbanos</p>	<p>El cumplimiento de esta norma se realizará durante el proceso de formulación del plan de manejo de residuos que llegarán a generar durante las diferentes etapas del proyecto, poniendo atención especial en las actividades de la etapa de construcción. La clasificación se realizará de acuerdo a lo establecido en esta NOM, y la formulación del plan de manejo se basará en el establecido y bajo operación de los</p>

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			municipios donde se hayan generado. En caso de que el municipio no cuente con un plan de manejo, este se formulará para los alcances del proyecto en coordinación con las autoridades municipales.
NOM-059-SEMARNAT-2010	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.	Protección de flora y fauna	Para realizar el cumplimiento de la conservación de flora y fauna registrada en esta norma, y que se encuentre en el proyecto, el promovente deberá presentar ante la SEMARNAT los planes de manejo correspondientes a cada especie identificada en la norma, dentro de los siguientes seis meses de la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental. La ejecución de los programas de manejo será permanente, hasta 5 años después del cese de operaciones del proyecto. Las modificaciones de los planes de manejo podrán ser inmediatas cuando se amerite la viabilidad con el fin de garantizar la sobrevivencia de los organismos manejados. La medición de resultados se hará de acuerdo al protocolo establecido en cada plan, y su reporte será anual.
NOM-152-SEMARNAT-2006	Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y	Protección de flora y fauna	Debido a que el proyecto requiere la ejecución del Cambio de Uso del Suelo, se deberá elaborar el programa de manejo forestal para la superficie que sufrirá CUS y su aplicación será supletoria en los momentos en que el

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	vegetación de zonas áridas.		promoviente no cuente con una estrategia particular de manejo de recursos forestales.
NOM-126-SEMARNAT-2000	La que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	Protección de flora y fauna	Ya que se prevé la implementación y ejecución de planes de manejo para especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y de especies de flora y fauna en general presentes en la zona del proyecto, y que requieran ser manejadas con fines de protección; la ejecución solo podrá realizarse por personal con capacidad técnica en manejo de flora y fauna de manera particular. En lo general, ya que los planes de manejo corresponden a un programa más amplio de gestión ambiental, el responsable de la gestión ambiental del proyecto deberá contar con la licencia de colector científico vigente con la que amparará la experiencia en las prácticas de manejo y conocimiento de biodiversidad.
NOM-020-SEMARNAT-2001	Que establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo.	Suelos	Aunque en las actividades del proyecto no se prevé el pastoreo, la observancia de la presente norma será de forma supletoria para las actividades de restauración de sitios que requieren acciones de mitigación y prevención de pérdida de suelo.
NOM-062-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que	Suelos	Esta NOM se aplicará en particular para el proceso de CUS, aunque este no sea para fines

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.		agropecuarios; y se aplicará de manera marco supletorio, más no normativo, para las actividades de restauración que sean necesarias implementar. Las actividades de restauración que no están directamente relacionadas con el CUS, serán diseñadas tomando en cuenta las generalidades de esta NOM.
NOM-060-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	Suelos	Se realizará el cumplimiento de esta NOM durante el proceso de CUS de manera particular. En lo general esta NOM será interpretada en términos supletorios como marco de referencia para la ejecución de los planes y programas de restauración ambiental.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Contaminación por ruido	La aplicatoriedad de esta NOM se realizará mediante la verificación de la misma, en tanto existan fuentes fijas de emisión durante la construcción del proyecto, tales como generadores eléctricos y compresores. Para el caso de la operación, se acotará a la casa de máquina; verificando el cumplimiento de esta norma al interior del cuarto de control y otros espacios cerrados distintos al sitio donde se han colocado las turbinas, y para el exterior de la casa de máquina o al menos dentro de un área no mayor a 10 m a partir del paño de las paredes exteriores de la casa de máquina. La

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			<p>verificación se realizará de manera anual, o cuando existan modificaciones, adecuaciones, reducciones, remodelaciones u otras actividades que reconfiguren las áreas de la casa de máquina, o incrementen o reduzcan su capacidad de generación por la adición o sustracción de turbinas. Su cumplimiento será permanente hasta el cese de operaciones del proyecto.</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994</p>	<p>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.</p>	<p>Contaminación por ruido</p>	<p>El cumplimiento de esta NOM será mediante la verificación anual de los sitios en donde circulan los vehículos adscritos a las distintas actividades del proyecto, y en los sitios donde sea estacionamiento de estos.</p>
<p>NOM-011-CONAGUA-2000</p>	<p>Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.</p>	<p>Conservación de agua</p>	<p>Esta NOM será empleada y cumplida para la subcuenca definida por los sitios siguientes: obra de boquilla, Desfogue de turbinas (posiblemente en el canal de desfogue) y 250 m aguas abajo del sitio de desfogue del sistema al Río Apulco. Su observancia se realizará en primer lugar para el estudio hidrológico del proyecto, posteriormente para ajustar el gasto ecológico propuesto en este documento dentro del primer año posterior a la construcción de las obras y para el ajuste anual del gasto ecológico de todo el sistema.</p>

<p>NOM-006-CNA-1997</p>	<p>Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba.</p>	<p>Conservación de agua</p>	<p>Durante la etapa de construcción del proyecto se prevé la instalación de servicios sanitarios utilizando fosas prefabricadas, que deberán cumplir con esta NOM, a través de un prestador de servicios, o mediante la adquisición de las propias.</p>
--------------------------------	---	-----------------------------	---

4. Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

A). PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018.

*En este contexto, el proyecto, por sus características recae en las metas **IV. México Próspero** y **V. México con Responsabilidad Global**, respecto al segmento IV se extrae el **IV.2**. Que habla de un Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país para impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo de manera eficaz. Se plantea **abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva**, además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el sector energético.*

Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

Líneas de acción

- ✚ Impulsar la reducción de costos en la generación de energía eléctrica para que disminuyan las tarifas que pagan las empresas y las familias mexicanas.
- ✚ Homologar las condiciones de suministro de energía eléctrica en el país.
- ✚ Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazos.
- ✚ Modernizar la red de transmisión y distribución de electricidad.
- ✚ Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.
- ✚ Promover la formación de nuevos recursos humanos en el sector, incluyendo los que se especialicen en la energía nuclear.

Enfoque transversal (México Próspero)

Líneas de acción

Garantizar el acceso a la energía eléctrica de calidad y con el menor costo a largo plazo.

En este sentido, se puede apreciar el gran interés que el Gobierno Federal tiene por brindar un servicio de energía eléctrica a mejores costos, utilizando tecnologías modernas, así como cuidar el medio ambiente desarrollando dichos proyectos apegados al cuidado y protección del equilibrio ecológico.

B). PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2011-2017, GOBIERNO DE PUEBLA, ACCIONES QUE TRANSFORMAN.

Ejes compatibles con el proyecto.

Más Empleos y Mayor Inversión implican que es necesario generar las condiciones adecuadas para que los empresarios nacionales y extranjeros inviertan con seguridad sus capitales, porque la pobreza se combate con la generación de riqueza. En este sentido el proyecto, se vincula con el Plan Estatal al efectuar inversión de capital en infraestructura eléctrica limpia como lo es dicho proyecto.

Facilitar la gestión del desarrollo urbano mediante planes y programas de desarrollo impulsaremos una mejoría en la calidad del hábitat y el entorno ambiental de los asentamientos humanos. Al respecto los objetivos y por ende las actividades necesarias para la implantación del proyecto se liga estrechamente con dichas políticas.

El Proyecto Hidroeléctrico DIEGO se adhiere a la convocatoria implícita en este instrumento de planeación y que se vincula con el mejoramiento en la calidad de vida de los poblanos y cuyo ámbito de incidencia se focaliza en la población asentada en la Zona del Proyecto.

Aprovechar el potencial de las zonas forestales

Diversificaremos el aprovechamiento de las áreas forestales, impulsando la conservación y la reforestación en el estado para armonizar el desarrollo económico con el ambiente.

De acuerdo a los señalamientos anteriores, el proyecto, en concordancia con lo establecido en el presente documento, asegura el compromiso de asumir el respeto al medio ambiente en el contexto inmediato de la zona de intervención durante la construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico DIEGO.

Objetivo 5

Generar incentivos normativos y económicos que contribuyan a tener un aprovechamiento sustentable del agua. El proyecto Hidroeléctrico es compatible con este objetivo al inyectar inversión privada en un proyecto sustentable.

C). ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA 2013-2027.

Esta estrategia tiene su origen no solo en los instrumentos reglamentarios, sino en la visión del gobierno mexicano a futuro, el proyecto se vincula de manera efectiva con los objetivos, estrategias, programas y acciones. En el documento se enmarca la citada estrategia se establecen rectores: la Seguridad Energética del País, la Eficiencia Económica y Productiva, y la Sustentabilidad Ambiental.

D). ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA TRANSICION ENERGÉTICA Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA.

Para este rubro, la Comisión Reguladora de Energía, diseño la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

En el documento marco, se concretan las estrategias del PND en el sector energía del ENE; y en el que se definen los mecanismos mediante los cuales se impulsan los programas y acciones de los proyectos encaminados a alcanzar una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energías renovables y tecnologías limpias, que permiten la promoción de la eficiencia y sustentabilidad energética, con el objetivo final de reducir la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

E). PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Adicionalmente, el proyecto se vincula de manera efectiva con los objetivos y estrategias del PECC, en relación con el fomento de las energías renovables aprovechando su potencial de reducción de gases de efecto invernadero. Por tanto el proyecto está determinado al establecimiento de la “adicionalidad” en la reducción de las emisiones.

De estos ejes rectores, el objetivo 2 establece que el proceso de generación de energía debe reducir el impacto ambiental del sector, en los cuales se encuentra implícito el desarrollo del proyecto que nos ocupa.

8. Planes Sectoriales.

Debido a que el Proyecto se constituye como un elemento que incrementará la oferta del sector eléctrico a partir del aprovechamiento racional de los recursos hidrológicos de la cuenca del Río Apulco, a continuación se hace una breve descripción de los rasgos que compatibilizan con el objetivo implícito en la promoción del

Proyecto y que corresponde a la situación de los sectores hidráulico y eléctrico.

Sector Hidráulico

La narración que permita caracterizar las condiciones en el aprovechamiento de los recursos hídricos para la generación de energía eléctrica en el país es escasa, incluso en el Plan Nacional Hídrico se enfatiza su aprovechamiento sólo para el consumo humano y se deja de lado su potencial para aprovechamiento sustentable en la energización del país, sin embargo se profundiza a escala estatal de acuerdo a los indicadores expuestos en el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017.

En el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación de Territorio 2014-2018 (PNDU) publicado en el DOF el 30 de abril del 2014, se señala la posición de los asentamientos humanos en el contexto de la disponibilidad de agua, ya que se precisa que en la actualidad más del 70% de la población urbana nacional se localiza arriba de la cota de 1,000 metros sobre el nivel del mar, cuando la mayor disponibilidad de agua se encuentra abajo de la misma. Los principales indicadores que se presentan para la zona de análisis y que constituyen los argumentos de empatía con la vocación del Proyecto son los siguientes:

- ✓ En el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 se señala que el volumen de escurrimiento medio anual natural en el estado es de 6,200 millones de m³.
- ✓ La precipitación media de los últimos 30 años en el estado es

de 1,040 mm. Los volúmenes precipitados son 43,111 millones de m³.

- ✓ El volumen de agua concesionado en el estado de Puebla es de 2,469 millones de m³ y representa el 3.3% del total nacional; 81.4% se utiliza para actividades agrícolas, 15.5% para abastecimiento público y 3.1% para industrias autoabastecidas y termoeléctricas.

Sector Eléctrico

Es importante destacar que la energía es reconocida desde los Instrumentos de Planeación de los niveles superiores, como un factor clave para mejorar la calidad de vida de la población y es un componente esencial del desarrollo, la competitividad y la economía del país, por lo que resulta importante agilizar los procesos que permitan la concreción de los Proyectos de generación eléctrica que aprovechan recursos renovables, sobre todo al posicionar la reducción en las reservas de petróleo e incidir en la reducción de gases de efecto invernadero. El entorno geográfico en México ha permitido la explotación intensiva de recursos energéticos fósiles, lo que ha dado como resultado que poco más del 92% de la canasta energética de producción primaria provenga de combustibles fósiles (petróleo crudo, gas natural y carbón mineral). En 2000 las energías fósiles tuvieron una participación de 92.6% en la producción primaria, mientras que en 2009 ésta fue de 92.7%.

Las energías renovables son aquellas que se regeneran y son tan abundantes que se espera que perduren por cientos de años. Así mismo, se consideran de libre disposición, que se distribuyen en amplias

zonas y que tienen impactos ambientales poco significativos.

Entre las energías renovables se encuentran la eólica, solar, minihidráulica, oceánica, geotermia y bioenergía.

Entre las ventajas que se identifican en el uso de las energías renovables destacan las siguientes:

- Solución a los problemas de cambio climático.
- Diversificación del mercado energético.
- Oportunidad de posicionarse estratégicamente en el mercado de una nueva industria energética.
- Debido a su carácter sustentable son capaces de preservar las fuentes.
- Garantizan la seguridad y diversidad del suministro energético.
- Proveen servicios de energía virtualmente sin impacto ambiental, contribuyendo a la protección del ecosistema de las generaciones presente y futuras.
- En los últimos años se ha visto una clara tendencia hacia la baja de los costos en los equipos de energías renovables.
- Su tecnología en forma natural es de tipo modular, lo que permite ir desarrollando infraestructura en forma gradual y conforme a los requerimientos del mercado. Esta característica modular también le permite ser distribuida en muchos casos.
- Nuevas fuentes de empleo.
- Mayores exportaciones.
- La reactivación de muchas industrias tradicionales, y

- El fortalecimiento del aparato científico-técnico del país ya que alentaría la vinculación de la industria con los centros de investigación y desarrollo tecnológico.

Este tipo de energía se considera como renovable, pues no agota la fuente primaria al explotarla, y no implica la emisión de contaminantes o residuos. Adicionalmente, por su escala limitada reduce los impactos sobre el ambiente, y permite aprovechar corrientes de agua poco caudalosas o donde no es posible la construcción de grandes instalaciones, lo que la convierte en una fuente dinámica y adaptable a las condiciones geográficas e hídricas de cada región del país.

A continuación se presentan los principales indicadores en el comportamiento del sector eléctrico en el País, al respecto cabe hacer la acotación de que la energía eléctrica que se producirá en el Proyecto, no formará parte del servicio público sino que servirá como fuente de abastecimiento del promovente y para ello se acota a los señalamientos de la Ley en la materia, no obstante se plasma el esquema en el que se inserta el proyecto.

La Comisión Federal de Electricidad es la empresa del Estado que se encarga de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país. Actualmente atiende a 25.3 millones de personas. Sin embargo, poco se sabe de dónde proviene la energía que todos los días de forma permanente mantiene las actividades de personas, empresas y gobierno.

La capacidad de generación cuenta con 177 centrales generadoras de energía, lo que equivale a 49,854 MW (Megawatts), incluyendo a

aquellos productores independientes que por ley están autorizados para generarla.

Los clientes a los que se suministra energía eléctrica están divididos por su actividad, así el 0.62% se destina al sector servicios, el 10.17% al comercial, el 0.78% a la actividad industrial, el 0.44% al Agrícola y el uso más importante es el doméstico, con 87.99% de los usuarios. Además, la demanda aumenta en 1.1 millones de solicitantes cada año.

La capacidad instalada se integra con todas las formas de generación; las termoeléctricas representan el 44.80% de la generación, en tanto las hidroeléctricas el 22.17%, seguidas de las carboeléctricas que generan el 5.22% del total de la electricidad en el país, mientras que las nucleoeléctricas contribuyen con el 2.74%, con menor capacidad están las Geotermoeléctricas con 1.92% de generación total y las Eoloeléctricas con sólo 0.171%. Un caso especial son los productores independientes que producen un alto porcentaje en relación con las otras formas de generación, ya que aportan el 22.98% de la capacidad instalada, según la misma CFE.

La generación de energía tiene varias fuentes, la primera de ellas y la más antigua son las hidroeléctricas, entre las más importantes por su capacidad de generación se encuentran la de Chicoasén, en Chiapas, Manuel Moreno Torres, que genera 2,400 MW, la del Malpaso en Tecpatán, Chiapas, El Infiernillo, en La Unión, Guerrero, que produce 1,000 MW, le sigue Aguamilpa, en Tepic, Nayarit, la cual es capaz de generar 960 MW. El sistema cuenta también con la Hidroeléctrica Belisario Domínguez, o Angostura, en Chiapas que genera 900 MW, La Hidroeléctrica Leonardo Rodríguez Alcaine, conocida como “El Cajón”,

produce actualmente 750 MW desde Santa María del Oro en Nayarit. Otra de gran importancia es la que se encuentra en Choix, en Sonora que lleva el nombre de Luis Donald Colosio, conocida también como Huites, la cual genera en su máxima capacidad 422 MW.

Por su parte, las Termoeléctricas más importantes son la de Tuxpan, en Veracruz que tiene 2,200 MW de capacidad de generación de energía eléctrica, la de Tula Hidalgo, que produce 1546 MW, seguida de la de Manzanillo, con 1,200 MW,

Las Geotermoeléctricas tienen menos presencia en el sistema eléctrico nacional, aunque destacan tres unidades de Cerro Prieto en Mexicali, Baja California, produciendo 220 MW y 180 MW, respectivamente.

Las Carboeléctricas sólo son dos, y se ubican en Nava, Coahuila, cada una de las cuales genera 1,200 y 1,400 MW.

Sólo existe una Nucleoeléctrica, la de Laguna Verde en Alto Lucero, Veracruz, y que por sí misma genera 1,365 MW.

Recientemente el gobierno Federal ha hecho énfasis en la necesidad de ir convergiendo hacia la energía alterna, tal como la Eólica, en 1982 fue instalada la Eoloeléctrica Guerrero Negro en Mulegé, Baja California Sur, y en 1994 la Venta en Juchitán, Oaxaca, aunque existe gran diferencia entre una y otra, pues la primera está en un límite muy bajo de producción, en tanto, la segunda produce sólo 85 MW. Existen otras formas de generación como la de ciclo combinado, diesel y otras que generan electricidad en mucha menor proporción que las anteriores.

Como se observa, la capacidad instalada a lo largo de la vida de la Comisión Federal de Electricidad, sustenta en gran medida la actividad económica del país, y debe ser un orgullo para los mexicanos las grandes obras de infraestructura que la ingeniería mexicana ha logrado. De acuerdo a lo anterior, destaca la importancia del Proyecto que aquí se presenta, en el contexto de las previsiones para disponer de energía eléctrica en condiciones de cantidad y calidad que se requerirán para el mediano y largo plazos, retribuyendo con ello a las expectativas de crecimiento en todos los sectores nacionales e incidir en la sustentabilidad Humana.

Las acciones específicas para el desarrollo de fuentes hidroeléctricas son las siguientes:

1. Fortalecer las acciones de electrificación rural mediante fuentes de pequeñas hidroeléctricas;
2. Evitar provocar impactos negativos al ambiente, los ecosistemas, la biodiversidad y las cuencas hidrológicas con la construcción de hidroeléctricas;
3. Establecer la infraestructura necesaria para el aprovechamiento del potencial nacional proveniente de fuentes hidroeléctricas, así como la necesaria para su interconexión con la red nacional;
4. Crear una base de información fiable que sustente las políticas, programas y acciones relativas al desarrollo de hidroeléctricas, y
5. Fortalecer las capacidades nacionales de investigación y desarrollo tecnológico, en materia de hidroeléctricas.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

La política hídrica nacional está sustentada en una serie de principios básicos, entre los que destaca el del “manejo del agua a través de cuencas hidrológicas”; en ello el Proyecto Hidroeléctrico encuentra su fundamentación dentro de la Política Nacional, ya que su inserción responde a la presencia de las condiciones mínimas para operar una hidroeléctrica, como son la permanente disponibilidad del recursos en los volúmenes necesarios, factor que se presenta en la cuenca referida. Administrativamente el país se ha dividido en 13 regiones hidrológicas.

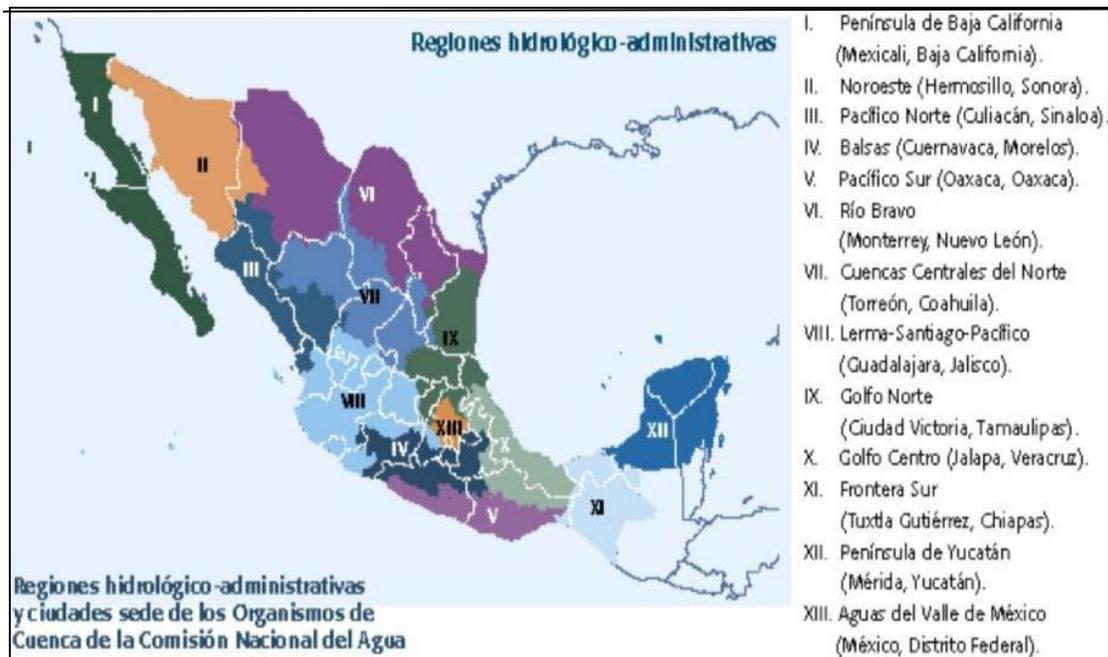


Imagen 3.9. Regiones Hidrológico-Administrativas

La zona del Proyecto se adscribe a la Región X Golfo Centro (el Organismo de Cuenca se ubica en Jalapa, Veracruz).

Objetivo 6: Reducir el impacto ambiental del sector energético

Líneas de acción:

6.1. Reducir impactos ambiental de emisiones de contaminantes, uso de recursos naturales u disposición de residuos.

Acciones:

✚ Impulsar el uso sustentable de recursos naturales en los procesos del sector energético.

• **Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025**

A continuación se presenta la radiografía que se plasma en la Prospectiva del sector eléctrico, en relación al ámbito de incidencia del Proyecto dentro de su contexto de interacción inmediato dentro del Sistema Eléctrico Nacional.

La segunda Región que disminuyó el volumen de ventas registrado con respecto a las del año anterior, fue la Región Centro, identificando a los estados de Tlaxcala y Puebla con las mayores reducciones en las ventas con -8.8% y -6.0%.

Según la Prospectiva del Sector Eléctrico, al 2025 se estima que la capacidad adicional de autoabastecimiento remoto y cogeneración será de 4,968 MW, el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO al no estar considerado dentro del catálogo de proyectos nacionales de la Prospectiva, su

capacidad de generación no se cuantifica dentro de las estimaciones efectuadas, lo que representa que mediante la participación del sector privado se asegura un incremento a los cálculos para el largo plazo. Adicionalmente se reconoce que la ubicación y el tipo de tecnología, al respecto ley prevé la posibilidad de que los particulares puedan proponer una ubicación diferente a la programada y el tipo de tecnología a utilizar en los proyectos de generación.

- **Programa de Obras e Inversión del Sector Eléctrico 2011-2025**

Se anexa documento para consulta.

Este documento es el más reciente dentro de la estructura metodológica que representa las condiciones del sector eléctrico, en él se representa el comportamiento del mercado eléctrico y la expansión de la capacidad de generación y transmisión para atender la demanda de electricidad futura.

En este Programa no se reconoce el potencial de generación de energía eléctrica de la totalidad de las cuencas hidroeléctricas, como es el caso de la cuenca del Río Tecolutla; de tal manera que los únicos conceptos que pueden ser retomados de este Programa y su vinculación con el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO, son los concernientes a las implicaciones de temporalidad para concretar la puesta en marcha de un nuevo proyecto de generación eléctrica, así como las ventajas ambientales y sociales que ofrece.

A este respecto se señala que por los tiempos necesarios para la construcción de la infraestructura, las decisiones de inversión se deben

tomar con 4 a 7 años de anticipación dependiendo del tipo de proyecto. Es por ello que las decisiones sobre nuevos proyectos para expandir el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se toman con varios años de anticipación.

Transcurren aproximadamente de cuatro a siete años entre el análisis de opciones para decidir la construcción de una nueva central generadora hasta su entrada en operación comercial. En el caso de los proyectos de transmisión, el lapso previo es de tres a cinco años.

Adicionalmente, formular, evaluar y autorizarlos requiere una anticipación mínima de un año. La vida útil de los proyectos es de 30 años o más. En los últimos años ha cobrado especial importancia la participación de la iniciativa privada en la generación de energía eléctrica principalmente bajo las modalidades de autoabastecimiento y cogeneración. La instalación de nuevas centrales con base en estos esquemas influirá de manera importante en el desarrollo del SEN, ya que será necesario adaptar la red eléctrica para proporcionar los servicios de transmisión y respaldo requeridos. Las decisiones de inversión para estos proyectos dependen principalmente de los particulares.

Para las Hidroeléctricas se hacen señalamientos que destacan sus atributos en la operación dependiendo de su tipo, ya sea en las horas de demanda máxima o con producción continua. Los beneficios sugeridos son:

- V. Utilizan energía renovable;
- VI. No contaminan el ambiente;
- VII. Su construcción tiene el mayor componente de integración nacional; y

VIII. Las obras civiles y las presas generalmente pueden destinarse a otros usos como riego, control de avenidas en ríos, agua potable, turismo y navegación, entre otros.

9. Leyes:

Primeramente analizaremos el fundamento jurídico de acuerdo a la naturaleza del proyecto, toda vez que se trata de la construcción de una Presa Hidroeléctrica, por lo que se fundamenta en los siguientes preceptos que a continuación se mencionan:

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN).

De acuerdo con el precepto legal de las jerarquías jurídicas, el R- LAN es un instrumento cuya finalidad es la de, propiamente dicho, reglamentar los asuntos previstos en la propia ley. Esto se realiza mediante el acotamiento claro y estricto de las actividades permitidas para el aprovechamiento del caudal que se pretende realizar; además confiere a la Comisión Nacional del Agua la autoridad administrativa para regular y administrar el uso del recurso, exclusivamente en el ámbito en que se establece en la LAN.

Como ya se ha comentado reiteradamente, el proyecto pretende realizar el aprovechamiento de un caudal de agua derivado de una corriente superficial y que además es permanente, considerándose la definición establecida en el artículo 2, fracción V del R-LAN:

“V. Corriente permanente: la que tiene un escurrimiento superficial que no se interrumpe en ninguna época del año, desde donde principia hasta su desembocadura;”

En el mismo tenor de ideas, la derivación del caudal se realizará mediante la construcción de una presa sobre el cauce principal del Río Apulco, permitiendo la devolución del aprovechamiento a la misma corriente del Río Apulco aguas abajo, una vez que haya sido turbinada, dicha presa ocupará tanto terrenos secos que pueden o no tener un orden administrativo federal o municipal en ambos lados del cauce del río. Con el fin de determinar la competencia administrativa de la superficie que se pretende ocupar se consideró la definición establecida en la fracción XLVII del artículo 3 de la LAN:

XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados

desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;"

Ejecutándose entonces la demarcación del cauce y zona federal, tal como se está estableciendo en la definición establecida en la fracción IX del artículo 2 del R-LAN:

"IX. Demarcación de cauce y zona federal: trabajos topográficos para señalar físicamente con estacas o mojoneras en el terreno, la anchura del cauce o vaso y su zona federal;"

Realizándose en consecuencia el análisis correspondiente en términos hidrológicos y topográficos de acuerdo a la fracción I del artículo 4 del R-LAN. El resultado de dicha demarcación se presenta en la tabla correspondiente del tipo de administración en la superficie ocupada por el proyecto.

Ordenamientos jurídicos federales

Como bien se ha señalado adicionalmente al objetivo del proyecto, se ha definido que dicho proyecto se encuentra en congruencia con su misma naturaleza del proyecto, ahora bien, se realizará el análisis de la forma en como el proyecto deberá cumplir y vincularse con los instrumentos legales ambientales correspondientes, como bien se ha dicho, la naturaleza del

proyecto consiste en la generación de energía eléctrica por lo que adquiere un carácter federal a partir de los siguientes instrumentos jurídicos aplicables:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
- Ley General de Cambio Climático (LGCC).
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- Ley de Aguas Nacionales (LAN).
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR).
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de Contaminación de la Atmósfera (RPCCA).
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (RRP).
- Reglamento General de Vida Silvestre (RVS).
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

A partir de ese precepto y considerando que el proyecto pretende generar energía a partir del aprovechamiento de un caudal de agua en

un cauce natural, en la Constitución se lee en su artículo 4, párrafo sexto lo siguiente:

“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y accesible. El estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines”.

Por lo que respecto al proyecto se puede determinar que el uso del agua para los fines del proyecto es un recurso regulado y por tanto de interés público; y además se acota que su uso debe ser equitativo y sustentable. Ya se ha discutido por tanto, y con antelación, que el desarrollo de este proyecto se encuentra enmarcado dentro de todos los supuestos legales que se consideran para determinarlo como un proyecto de energías renovables, por lo que el uso de agua necesaria se realiza de manera sustentable. Al mismo tiempo se entiende el uso como una manera equitativa ya que este texto constitucional que se debate sienta las bases iniciales para la administración del recurso. En el siguiente contexto, sobre qué entidad que administra el recurso utilizado para la generación de energía, se lee en el primer párrafo del artículo 27 de la Constitución que:

“La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada”.

Por tanto se determina que la entidad que regula y administra el recurso es el mismo estado mexicano; y también se establece el concepto de equidad en su uso, pues en el mismo artículo 27, en su párrafo tercero se lee:

“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 dictarán 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; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura 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”.

ARTÍCULO 25. *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la*

Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más 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 esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

Por tanto se extiende también al proyecto hidroeléctrico PH ANA, la responsabilidad de observar en todo momento el cuidado y mejoramiento de las condiciones ambiental del entorno en el que pretende emplazarse. Por otra parte, y en lo relativo a las formas en como deberán cumplirse tales responsabilidades, el artículo 27, establece en su párrafo tercero que se dictarán las medidas necesarias para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, con lo que consecuentemente el proyecto deberá sujetarse a dichas medidas establecidas.

ARTÍCULO 27: ... En consecuencia, se dictarán 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; ...

En resumen y con base a los conceptos anteriores se puede concluir preliminarmente que para el desarrollo del proyecto se debe:

- ✚ Preservar la garantía constitucional de un ambiente sano para el desarrollo individual, evitando en consecuencia cualquier acción que vulnere el entorno natural en el que se emplazará el proyecto.
- ✚ Mantener la congruencia del proyecto en la producción de energías renovables, para mantener el concepto constitucional del desarrollo sustentable y en consecuencia sujetarse a lo preceptuado en la LAERFTE.
- ✚ Realizar actividades que se encuentren orientadas a la conservación y cuidado del medio ambiente.
- ✚ Sujetarse a las medidas que se dicten para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Considerando que la Constitución es el ordenamiento de mayor jerarquía en el sistema normativo mexicano, según lo dispuesto en su artículo 133 en el que se establece que:

“Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados”.

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

Esta ley, se deriva de la Constitución y es donde se encuentran las medidas necesarias que dicta el estado en el ámbito de la competencia medio ambiental, como se puede leer en su artículo 1, fracción I, en donde se establece que: por tanto se entiende que el proyecto al construirse y

operar formará parte del medio ambiente en los términos en que se mejore la calidad de vida y la productividad de las personas, en tanto se mantengan las condiciones de evolución y continuidad de los ecosistemas; siempre que no se altere la relación de interdependencia de los elementos que conforman el ambiente, y en caso contrario realizar las actividades tendientes al restablecimiento de las condiciones de equilibrio.

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 alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

*I.- **Obras hidráulicas, vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;*

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

*VII.- **Cambios de uso del suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas;*

X.- **Obras y actividades en** humedales, manglares, lagunas, **ríos**, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

De acuerdo al objetivo del proyecto, se determina entonces que el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO requiere la obtención de la autorización en materia de Impacto Ambiental ya que se trata de un conjunto de obras con las siguientes características:

- ✚ Obra hidráulica (presa y tuberías).
- ✚ Vía general de comunicación.
- ✚ Generación de energía eléctrica.
- ✚ Obras y actividades en ríos y sus zonas federales.

La autorización mencionada será obtenida mediante la presentación de una manifestación de Impacto ambiental (MIA) tal como se establece en el párrafo primero del artículo 30 de la presente Ley:

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.

Respecto al uso del agua disponible para la consecución del objetivo del proyecto, la LGEEPA estipula en su artículo 88 que el aprovechamiento deberá realizarse preservando su equilibrio ecológico mediante el uso sustentable y realizar acciones que permitan mejorar las condiciones que permitan su abundancia y mantener el caudal básico, trasladando dicha responsabilidad al promovente del proyecto, se lee:

ARTÍCULO 88.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

I. Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;

II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;

III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y

IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

Ahora bien, respecto al concepto de equilibrio ecológico, en el artículo 98 fracción VI de la presente ley se plantea lo siguiente:

ARTÍCULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Por lo que el proyecto, también deberá establecer un programa de conservación de suelos en equivalencia a la superficie que se pretende que ocupen las obras y en las que se requiere el cambio de uso de suelo. De manera similar, en el artículo 110, de la citada ley se estipula que:

ARTÍCULO 110.- 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 de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Por tanto se contempla que para la ejecución del proyecto se establezcan los procedimientos dentro de un plan de manejo ambiental, que tenga

como objetivo mantener de manera sistemática el monitoreo de las fuentes fijas o móviles de emisiones contaminantes a la atmosfera, para que estas últimas se mantengan dentro de los parámetros permitidos por la ley y normas aplicables.

La LGEEPA también considera el uso de sustancias que pueden generar residuos peligrosos, tal como es el caso de los hidrocarburos, grasas y aceites necesarios para la construcción del proyecto. En el artículo 151 párrafos primero y segundo se establece que:

ARTÍCULO 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate 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 de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

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

En tal sentido el proyecto implementara un programa particular para el manejo de los residuos peligrosos, pero además para el manejo de los residuos sólidos urbanos que se llegaren a generar, en los términos que se establecen en la LGPGIR y su reglamento.

- **Ley General de Vida Silvestre (LGVS).**

Debido a que el proyecto debe vincularse a los ordenamientos establecidos en la LGEEPA en el marco reglamentario de la preservación y restauración del equilibrio ecológico establecidos en la constitución y considerando que el proyecto está obligado a preservar la subsistencia de los organismos vivos que se encuentran en el ecosistema en que se desarrollará el proyecto; por lo tanto, es necesario analizar la manera en como el proyecto, desde el enfoque del cumplimiento al artículo 27 constitucional en su párrafo tercero, cumplirá con la LGVS como instrumento reglamentario del mismo precepto constitucional.

Ya que el proyecto no pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de visa silvestre, la vinculación del proyecto se acota a los elementos componentes de la legislación que consideran la conservación y protección del hábitat, en función de las actividades e infraestructura que componen el desarrollo del proyecto.

En el artículo 19 de la LGVS se estipula que:

ARTÍCULO 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

Al respecto, se diseñarán estrategias que garanticen la conservación del hábitat y la vida silvestre durante el desarrollo de las actividades; por ello

se ha planteado que se realizará un programa ambiental que permita la consecución de los objetivos necesarios para su cumplimiento.

De manera similar, se considera que la implementación del programa ambiental también permitirá cumplir con el artículo 60 en su párrafo primero de la citada ley, en el que se lee:

ARTÍCULO 60. La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

- **Ley General de Cambio Climático (LGCC).**

El proyecto también resulta tener una vinculación con esta Ley debido a que en el artículo 7 fracción VI inciso d) señala que:

ARTÍCULO 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes:

a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres y acuáticos, y los recursos hídricos;

d) Energía;

También resulta importante recalcar que se ha concluido que el proyecto hidroeléctrico es un proyecto cuyo fin es la generación de energía a partir de fuentes renovables, y que se mantiene dentro del marco regulatorio del equilibrio ecológico; pues es en este sentido por el cual el proyecto adquiere también carácter de congruencia con las políticas públicas de la nación en materia de medidas de mitigación ante los efectos del Cambio Climático, ya que la LGCC establece en su artículo 33 fracción III y IV lo siguiente:

ARTÍCULO 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

...

III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;

...

Así mismo en el artículo 35 de la citada ley se establece el motivo por cual es posible la realización del presente proyecto bajo el marco de la LAERFTE como productor de energía:

ARTÍCULO 35. Con el objetivo de impulsar la transición a modelos de generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles a tecnologías que generen menores emisiones, la Secretaría de Energía establecerá políticas e incentivos para promover la utilización de tecnologías de bajas emisiones de carbono, considerando el combustible a utilizar.

- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).**

Como se ha señalado en el presente documento, durante la etapa de construcción del proyecto se requerirá el uso de técnicas, maquinaria, equipo y procedimientos que podrán generar residuos que por su naturaleza de degradación y neutralización son considerados como residuos de manejo especial. También existen elementos residuales que pueden ser clasificados como residuos sólidos urbanos que deben ser dispuestos de manera adecuada. Aun cuando se ha identificado que la LGEEPA contempla elementos legales para el establecimiento de las responsabilidades en la generación, manejo y disposición final de los residuos, la LGPGIR es de manera supletoria, la ley que prevé los supuestos legales no considerados en la LGEEPA y que además es reglamentaria en materia de residuos generados en las actividades generales con fines de protección al medio ambiente; por lo que también puede resultar reglamentaria del párrafo cuarto del artículo 4 constitucional, tal como se determina en la fracción I del artículo 2 de la LGPGIR:

- **Ley de Aguas Nacionales (LAN).**

El argumento relativo al aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales que pretende realizar el proyecto, se discute sobre el texto vigente de la Ley de Aguas Nacionales como un instrumento reglamentario del artículo 27 de la Constitución. Esto se hace particular pues tiene como objeto el regular la explotación, uso o aprovechamiento, distribución, control y preservación de su cantidad y calidad. Es entonces bajo este marco jurídico que en el proyecto se han establecido las estrategias necesarias para preservar su cantidad y su calidad dentro de la microcuenca en que se emplazan las obras componentes del mismo.

Se parte entonces del propio concepto del aprovechamiento definido por la LAN en su artículo 3:

“Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

...

VII. Aprovechamiento: Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma;

...”

Bajo esta consideración, se argumenta que el proyecto al derivar un caudal determinado, y desfogarlo al mismo cauce, realiza un aprovechamiento; por lo que el volumen de agua es el mismo dentro de la misma cuenca aprovechada; y siendo vinculante entonces este concepto con la salvaguarda constitucional de uso sustentable y equitativo del recurso.

Consecuentemente y de manera vinculante con la Constitución y la LGBN, esta LAN el artículo 6, explica que es competencia del Ejecutivo Federal; según las siguientes fracciones:

“Fracción V: Expedir por causas de utilidad pública o interés público, declaratorias de rescate de concesiones otorgadas por "la Comisión", para construir, equipar, operar, conservar, mantener, rehabilitar y ampliar infraestructura hidráulica federal y la prestación de los servicios respectivos, mediante pago de la indemnización que pudiere corresponder;”

Así mismo la fracción VII del artículo 7 bis de la LAN establece que el interés público también es:

“VII. El control de la extracción y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas superficiales y del subsuelo;”

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

ARTICULO 58. Corresponderá a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

El presente proyecto afectará una superficie aproximada de 5.0 ha, que a pesar de que el área es considerada con uso de suelo "agropecuario" presenta manchones de vegetación secundaria y que corresponde al

área que se inundará de manera temporal al formarse el embalse (mismo que se forma en condiciones normales), por lo que una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, así como la concesión de ocupación de zona y recursos federales, y si la autoridad así lo requiere, se complementará el trámite, con la presentación del Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

- **Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.**

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008. Su finalidad es la de propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo, a fin de fortalecer el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transmisión, distribución y consumo, incluyendo la eficiencia energética.

Dentro de la estructura definida para el sector energético, el Proyecto se acota a los términos de los señalamientos implícitos en el la Fracción XII del Artículo 11.

Artículo 11.- La Comisión tendrá las facultades siguientes:

XII. Emitir recomendaciones a las entidades federativas, a los municipios y a los particulares en relación con las mejores prácticas en materia de aprovechamiento sustentable de la energía;

Para la gestión del Proyecto es necesario sujetarse a los procedimientos que establece la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía para la gestión del Proyecto.

7. Reglamentos de la LGEEPA relacionados con el proyecto.

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

ARTÍCULO 1o.- El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente;

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente, y

c) Las carreteras que se construyan, sobre caminos ya existentes, para un tránsito promedio diario de hasta un máximo de 500 vehículos, en las cuales la velocidad no exceda de 70 kilómetros por hora, el ancho de calzada y de corona no exceda los 6 metros y no tenga acotamientos, quedando exceptuadas aquellas a las que les resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley.

Sobre lo que acota el inciso B) del mismo artículo también se requiere la autorización de impacto ambiental en términos de las vías generales de comunicación por las siguientes razones:

- Es un proyecto que contempla la construcción de carreteras (caminos) de acceso, que pueden también ser usados de manera pública, en una superficie que presenta vegetación forestal.

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelctricas, eoloelctricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

Ahora bien, el inciso K) del mismo artículo establece los criterios por los cuales deberá obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la industria eléctrica, considerando que este sector al que pertenece el tipo de proyecto que se pretende construir y operar:

- Fracción I
 - Es un proyecto hidroeléctrico
- Fracción II
 - Es un proyecto que contempla la construcción de una subestación eléctrica elevadora de potencia.

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

El inciso R) del artículo 5 del REIA estipula que también las obras o actividades que se realizan en los ríos y sus zonas federales requieren la

autorización del impacto ambiental, pues el proyecto que se pretende desarrollar se encuentra en los supuestos siguientes:

- Fracción I
 - Es un conjunto de obras civiles, de las que algunos de sus componentes están asentados en el lecho del Río Apulco.
 - Partes de la presa, las obras de la casa de máquinas y el canal de desfogue se ubican también en la zona federal del río.

A manera de conclusión parcial, el proyecto sí requiere la autorización de impacto ambiental por los motivos descritos ya que se trata de un conjunto de obras y actividades de la siguiente índole consideradas en el artículo 5 del REIA:

1. Obras hidráulicas.
 2. Obras de vías generales de comunicación.
 3. Obras de la industria eléctrica.
 4. Obras que implican el CUS en áreas forestales.
 5. Obras que se desarrollan en ríos y sus zonas federales.
- **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR).**

Como bien se ha analizado la generación de los residuos generados durante las distintas etapas del proyecto, así como los lineamientos que se deben seguir respecto a su manejo y disposición de acuerdo a la LGPGIR; se considera entonces que de acuerdo al reglamento de la Ley mencionada se determina que el programa de manejo requerido por la

ley será de modalidad privada según lo establecido en el artículo 16 fracción I inciso a) del R-LGPGIR:

ARTÍCULO 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:

I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o

b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.

Según lo que se determina en el artículo 24 del R-LGPGIR, el plan de manejo privado de los residuos se registrará ante la SEMARNAT en el momento en que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental que se solicita.

En el artículo 24 del R-LGPGIR se distinguen las categorías de los generadores de los residuos peligrosos, de la que desprende que en el caso del proyecto evaluado se distingue el promovente como un microgenerador ya que se ajusta al supuesto establecido en la fracción III del mismo artículo, en función de la cantidad de residuos peligrosos que se estima generar, pues estos resultan menores a 400 Kg o equivalente según el tipo de residuos.

ARTÍCULO 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Además, como bien se ha expresado, de manera voluntaria se realizará el registro correspondiente ante la Secretaría, de acuerdo al procedimiento establecido en el artículo 43 del R-LGPGIR; sujetándose al supuesto de recategorización contemplado en el artículo 44.

Para el cierre de operaciones y abandono del proyecto, el promovente se ajustará lo establecido en los artículos 68 y 69 del presente reglamento.

Durante el proceso de construcción y operaciones, a pesar de haber autocategorizado como microgenerador, según la información contenida en el presente documento, el promovente implementará un programa de manejo de residuos, mismo que será congruente con el registro en bitácora de la información que se indica en el artículo 71 de este reglamento.

Respecto al programa de manejo que se pretende implementar, este será congruente con los lineamientos del artículo 83 del reglamento, en particular para el almacenamiento temporal de los residuos generados; y con la temporalidad que se estipula en el artículo 84.

ARTÍCULO 83.- El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizara de acuerdo con lo siguiente:

- I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;*
- II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y*
- III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan provisiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.*

ARTÍCULO 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Considerando que la LGPGIR y su reglamento, al igual que la LGEEPA, mantienen una premisa preventiva se considera en este documento que es necesario mantener congruencia respecto a la naturaleza de prevención del desequilibrio ecológico, por tanto se contempla incluir en el programa de manejo un componente de atención de contingencias por derrames, tal como se determina en el artículo 129 del R-LGPGIR, y por caso fortuito lo que se considera en el artículo 130 del reglamento.

- **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de Contaminación de la Atmosfera (R-PCCA).**

Para la construcción del proyecto y la operación del mismo se requiere la utilización de maquinaria y equipo cuyo funcionamiento se basa principalmente en la combustión interna de hidrocarburos, convirtiéndose en fuentes de emisión de contaminantes a la atmosfera. Algunos de los equipos serán fijos (generadores, compresores, etc.), en tanto otros son móviles (vehículos).

El artículo 16 primer párrafo de dicho reglamento en la materia establece que:

ARTICULO 16.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión,

por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Para dar cumplimiento a lo anterior se implementará un componente de control de emisiones, como parte de un programa general de monitoreo ambiental.

Así mismo se considera el establecimiento de las medidas consideradas en el artículo 17 del R-PCCA por la consideración de que el proyecto que se pretende ejecutar corresponde a un sector, junto con sus fuentes fijas de emisiones, de jurisdicción federal, de acuerdo a la fracción I del inciso J) del artículo 17 Bis de dicho reglamento, que dice:

ARTÍCULO 17.- Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a:

I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría;

III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo;

IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite;

V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría;

VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control;

VII.- Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación;

VIII.- Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación; y

IX.- Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento.

ARTICULO 17 BIS. Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los

sectores industriales señalados en el artículo 111 Bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal los siguientes:

J) GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Generación de energía eléctrica; incluyendo las instalaciones que usan cualquier tipo de combustibles fósiles: líquidos, sólidos o gaseosos,.

En dicho contexto, el proyecto realizará un inventario de emisiones para la obtención de las licencias de funcionamiento a que se refieren los artículos 18 y 19 del citado reglamento; dando inicio con la construcción de las obras y se prolongará durante la operación.

Respecto a las fuentes móviles de emisiones de contaminantes a la atmosfera, tampoco excederán los niveles máximos permisibles de emisión, tal como se establece en el artículo 28 del reglamento: *ARTICULO 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.*

Lo anterior se realizará mediante la inclusión de las fuentes móviles en el componente de control de emisiones que se propone.

Ley de la Industria Eléctrica

Es la normatividad específica que rige y sustenta acciones del proyecto a través de los siguientes artículos:

Artículo 4.- El Suministro Eléctrico es un servicio de interés público. La generación y comercialización de energía eléctrica son servicios que se prestan en un régimen de libre competencia.

Artículo 8.- La generación, transmisión, distribución, comercialización y la proveeduría de insumos primarios para la industria eléctrica se realizarán de manera independiente entre ellas y bajo condiciones de estricta separación legal; de la misma manera, se separarán el Suministro de Servicios Básicos y las otras modalidades de comercialización.

Artículo 17.- Los permisionarios y sus representantes están obligados al cumplimiento de las Reglas del Mercado. El permisionario o una persona distinta a él podrán representar total o parcialmente a cada Central Eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista, en los términos permitidos por las Reglas del Mercado

Artículo 33.- Los Transportistas y los Distribuidores están obligados a interconectar a sus redes las Centrales Eléctricas cuyos representantes lo soliciten, y a conectar a sus redes los Centros de Carga cuyos representantes lo soliciten, en condiciones no indebidamente discriminatorias, cuando ello sea técnicamente factible.

Artículo 59.- La Calidad de Usuario Calificado se adquiere mediante la inscripción en el registro correspondiente a cargo de la CRE. La inscripción se obtendrá mediante solicitud a la CRE por los medios electrónicos establecidos para tal fin. El solicitante deberá acreditar que los Centros de Carga a incluirse en el registro cumplan con los niveles requeridos de

consumo o demanda fijados por la Secretaría.

Artículo 68.- La Generación Distribuida contará con acceso abierto y no indebidamente discriminatorio a las Redes Generales de Distribución, así como el acceso a los mercados donde pueda vender su producción. Para tal efecto:

I. El Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional considerará la expansión y modernización de las Redes Generales de Distribución que se requieran para interconectar la Generación Distribuida;

II. Las especificaciones técnicas generales requeridas para la interconexión de nuevas Centrales Eléctricas incluirán provisiones específicas para la Generación Distribuida, a fin de que, en casos típicos, las solicitudes de interconexión de estas Centrales Eléctricas no requieran estudios para determinar las características específicas de la infraestructura requerida;

III. La CRE elaborará las bases normativas para autorizar unidades de inspección especializadas en Centrales Eléctricas de Generación Distribuida que podrán ejercer la función a que se refiere el artículo 33, fracción IV de esta Ley;

IV. Las condiciones generales para la prestación del Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica, o bien, las Reglas del Mercado, asegurarán la implementación de procedimientos de medición a fin de integrar la Generación Distribuida;

V. Las condiciones generales para la prestación del Suministro Eléctrico asegurarán los procesos comerciales a fin de facilitar la venta de energía y productos asociados por la Generación Distribuida;

VI. La CRE expedirá y aplicará la regulación necesaria en materia de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad y seguridad de la Generación Distribuida, y

VII. Las demás disposiciones aplicables asegurarán el acceso abierto a las Redes Generales de Distribución de la Generación Distribuida.

Artículo 117.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.

Artículo 130.- Los permisos previstos en esta Ley serán otorgados por la CRE. Para su otorgamiento los interesados deberán presentar la solicitud correspondiente, la acreditación del pago de derechos o aprovechamientos en los términos que establezcan las disposiciones legales de la materia, la información relativa a su objeto social, capacidad legal, técnica y financiera, y la descripción del proyecto en los términos que establezca la CRE mediante disposiciones de carácter general.

Artículo 4.- El Suministro Eléctrico es un servicio de interés público. La generación y comercialización de energía eléctrica son servicios que se prestan en un régimen de libre competencia.

Las actividades de generación, transmisión, distribución, comercialización y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional son de utilidad pública y se sujetarán a obligaciones de servicio público y universal en términos de esta Ley y de las disposiciones aplicables, a fin de lograr el cabal cumplimiento de los objetivos establecidos en este ordenamiento legal. Son consideradas obligaciones de servicio público y universal las siguientes:

- I. Otorgar acceso abierto a la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución en términos no indebidamente discriminatorios;*
- II. Ofrecer y prestar el Suministro Eléctrico a todo aquél que lo solicite, cuando ello sea técnicamente factible, en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad;*
- III. Cumplir con las disposiciones de impacto social y desarrollo sustentable establecidas en el Capítulo II del Título Cuarto de esta Ley;*
- IV. Contribuir al Fondo de Servicio Universal Eléctrico, conforme a lo señalado en el artículo 114 de esta Ley;*
- V. Cumplir con las obligaciones en materia de Energías Limpias y reducción de emisiones contaminantes que al efecto se establezcan en las disposiciones aplicables, y*
- VI. Ofrecer energía eléctrica, potencia y Servicios Conexos al Mercado Eléctrico Mayorista basado en los costos de producción conforme a las Reglas del Mercado y entregar dichos productos al Sistema Eléctrico Nacional cuando sea técnicamente factible, sujeto a las instrucciones del CENACE.*

Artículo 17.- *Las Centrales Eléctricas con capacidad mayor o igual a 0.5 MW y las Centrales Eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista requieren permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional. Se requiere autorización otorgada por la CRE para importar energía eléctrica proveniente de una Central Eléctrica ubicada en el extranjero y conectada exclusivamente al Sistema Eléctrico Nacional. Las Centrales Eléctricas de cualquier capacidad que sean destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico no requieren permiso.*

Los permisionarios y sus representantes están obligados al cumplimiento de las Reglas del Mercado. El permisionario o una persona distinta a él podrán representar total o parcialmente a cada Central Eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista, en los términos permitidos por las Reglas del Mercado.

Artículo 18.- Los Generadores que representen Centrales Eléctricas interconectadas al Sistema Eléctrico Nacional deberán:

- I. Celebrar los contratos de interconexión respectivos, emitidos por la CRE;
- II. Operar sus Centrales Eléctricas cumpliendo las instrucciones del CENACE;
- III. Sujetar el mantenimiento de sus Centrales Eléctricas a la coordinación y a las instrucciones del CENACE, y
- IV. Notificar al CENACE los retiros programados de sus Centrales Eléctricas.

Artículo 19.- En relación con la producción de sus propias Centrales Eléctricas, los Generadores podrán realizar las actividades de comercialización a que se refiere el artículo 45 de la presente Ley, exceptuando la prestación del Suministro Eléctrico. Sobre dichas actividades no aplicarán ni la estricta separación legal, ni las reglas a que se refiere el artículo 8 de esta Ley, y se sujetarán al régimen jurídico aplicable a la Central Eléctrica correspondiente.

Artículo 20.- Los Generadores Exentos sólo podrán vender su energía eléctrica y Productos Asociados a través de un Suministrador o dedicar su

producción al abasto aislado.

Artículo 21.- *Los Generadores Exentos podrán vender energía eléctrica y Productos Asociados a través de un Suministrador de Servicios Básicos. Para estos casos, la CRE emitirá los modelos de contrato y metodologías de cálculo, criterios y bases para determinar y actualizar las contraprestaciones aplicables, que reflejarán el valor económico que produzca al Suministrador. Los Generadores Exentos también podrán vender energía eléctrica y Productos Asociados a través de un Suministrador de Servicios Calificados, siempre y cuando las Centrales Eléctricas no compartan su medición con el Centro de Carga de un Usuario de Suministro Básico.*

Artículo 22.- *Se entiende por abasto aislado la generación o importación de energía eléctrica para la satisfacción de necesidades propias o para la exportación, sin transmitir dicha energía por la Red Nacional de Transmisión o por las Redes Generales de Distribución. Los supuestos contenidos en los artículos 23, 24 y 25 de esta Ley no constituyen transmisión de energía por la Red Nacional de Transmisión o por las Redes Generales de Distribución.*

Las Centrales Eléctricas podrán destinar toda o parte de su producción para fines de abasto aislado. Los Centros de Carga podrán satisfacer toda o parte de sus necesidades de energía eléctrica por el abasto aislado.

El abasto aislado no se considera Suministro Eléctrico. El abasto aislado es una actividad de la industria eléctrica y se sujeta a las obligaciones de esta Ley.

Se requiere autorización otorgada por la CRE para importar o exportar energía eléctrica en modalidad de abasto aislado.

Artículo 23.- *Las Centrales Eléctricas que destinen parte de su*

producción para fines de abasto aislado podrán ser interconectadas a la Red Nacional de Transmisión o a las Redes Generales de Distribución para la venta de excedentes y compra de faltantes que resulten de su operación en modalidad de Generador o Generador Exento, siempre y cuando se celebre el contrato de interconexión correspondiente y se sujeten a las Reglas del Mercado y demás disposiciones aplicables.

Artículo 24.- *Los Centros de Carga que satisfagan parte de sus necesidades de energía eléctrica mediante el abasto aislado podrán ser conectadas a la Red Nacional de Transmisión o a las Redes Generales de Distribución para la compra de energía eléctrica y Productos Asociados, en modalidad de Usuario de Suministro Básico, Usuario de Suministro Calificado o Usuario Calificado Participante del Mercado, siempre y cuando se celebre el contrato de conexión correspondiente y se sujeten a las Reglas del Mercado y demás disposiciones aplicables.*

Artículo 25.- *Los Generadores y Generadores Exentos están obligados a proporcionar, en la medida de sus posibilidades físicas, energía eléctrica y Servicios Conexos cuando por causas de emergencia se pongan o puedan ponerse en riesgo las instalaciones del Sistema Eléctrico Nacional o el Suministro Eléctrico, cumpliendo las instrucciones del CENACE, únicamente por el lapso que dure dicha emergencia. En estos casos, los Generadores y Generadores Exentos tendrán derecho a recibir la contraprestación que les corresponda en los términos de las Reglas del Mercado.*

CONTENIDO DEL CAPÍTULO IV

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

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR).

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

IV.2.2.1 Medio abiótico.

- a. Clima y fenómenos meteorológicos
- b. Geología y Geomorfología
- c. Suelo
- d. Agua (Hidrología)
- e. Aire

IV.2.2.2 Medio biótico.

- a. Vegetación y ecosistemas
- b. Fauna

IV.2.2.3 Medio socioeconómico.

IV.2.2.3.1 Paisaje

IV.3 Diagnóstico ambiental.

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

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional donde pretende establecerse el proyecto.

Para el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO, el Sistema Ambiental Regional (SAR) estuvo definido por los aspectos relevantes que integran ecológicamente la zona en la que se enclava el proyecto. Los criterios utilizados para tal fin fueron los siguientes:

- Tipo de vegetación.
- Cuenca hidrológica donde se desarrolla el proyecto.
- Límites administrativos de los territorios municipales.
- Áreas Naturales Protegidas federales y estatales.
- Límites geográficos de la Región Terrestre Prioritaria (RTP).
- Límites geográficos de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP).
- Límites geográficos de la AICAS.
- Límites geográficos de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)
- Ordenamientos Ecológicos Decretados (Cuetzalan).

El SAR delimitado posee las características necesarias para evaluar los procesos ambientales del ecosistema presente en la superficie de influencia y de afectación directa e indirecta del proyecto.

- En primer lugar se identificó la poligonal de la Región Terrestre Prioritaria 105-Cuetzalán, cuya superficie es de 1,248 km².

- De igual manera se identificó el polígono de la Región Hidrológica Prioritaria número 76 Río Tecolutla, cuya extensión es de 7,950.05 km².
- Posteriormente se obtuvo la poligonal delimitada por las regiones geográficas con presencia de Bosques Mesófilos de Montaña, delimitadas por la CONABIO para el diagnóstico sobre amenazas y oportunidades en el bosque mesófilo de montaña (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).
- De la misma manera se identificó el polígono delimitante de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), siendo estas la AICA 38 C-47 denominada "Cuetzalan".
- De igual forma, se identificó la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 117 denominada Karst Huasteco Sur, ubicado dentro de la región ecológica 18.32.
- Finalmente, se identificó el polígono del Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso, con una superficie de 135.22 km², decretada el 3 de diciembre del 2010).

La zona de influencia del proyecto y la superficie de afectación ocupada por el proyecto de cierta manera incide en cada uno de estos polígonos directa e indirectamente. Dentro de estas delimitaciones espaciales se establece la presunción de efectos positivos y negativos causados por el desarrollo del proyecto, así como los alcances espaciales de ellos. De tal manera que la definición del SAR corresponde no solamente a la región como se establece en la guía correspondiente y en la conceptualización de región, sino que parte inicialmente de la inclusión de los elementos bióticos y presentes en la delimitación de las superficies ocupadas por el proyecto y posteriormente de la representación extensa de los mismos elementos bióticos que se afectan.

En consecuencia se considera que la cualidad del SAR para este estudio es que la superficie delimitada debe contener en su totalidad los elementos componentes del proyecto; y que éste por su ubicación – proceso constructivo u operativo – pueden causar algún impacto positivo o negativo sobre el entorno ambiental, transmitiéndose a través del componente hidrológico del sistema estudiado.

Para la delimitación del SAR, se analizaron las poligonales de la RTP 105-Cuetzalan, RHP 76-Río Tecolutla, AICA 38 C-47 Cuetzalan, la UAB 117 Karst Huasteco Sur y el POET Cuetzalan, señalándose en el capítulo anterior que las obras del proyecto sí interfieren en estas áreas. Es por ello que para el análisis del SAR se contemplarán ya que son los instrumentos de planeación en la región del proyecto que tienen relación directa con las obras a ejecutarse del proyecto hidroeléctrico. Por tanto, la superficie del SAR se definió integrando criterios de tipos de vegetación representativos en la zona geográfica del proyecto.

Área de estudio.

El área de estudio se ubica en la Región Hidrológica 27 (Tuxpan - Nautla), cuenca B del Río Tecolutla, subcuenca e del río Apulco, utilizando las aguas del río Apulco; considerando que el proyecto recae en la mayoría de los instrumentos ambientales analizados en el capítulo anterior fuera de estos y que únicamente se ubica dentro de la cuenca del río Tecolutla y el polígono de la UAB 117 Karst Huasteco Sur, los cuales cuentan con grandes dimensiones, por lo cual se ha considerado como sistema ambiental regional a la subcuenca “e” del río Apulco, toda vez que es una superficie que contempla los ecosistemas ambientales de cada uno de los criterios señalados al inicio de este capítulo.

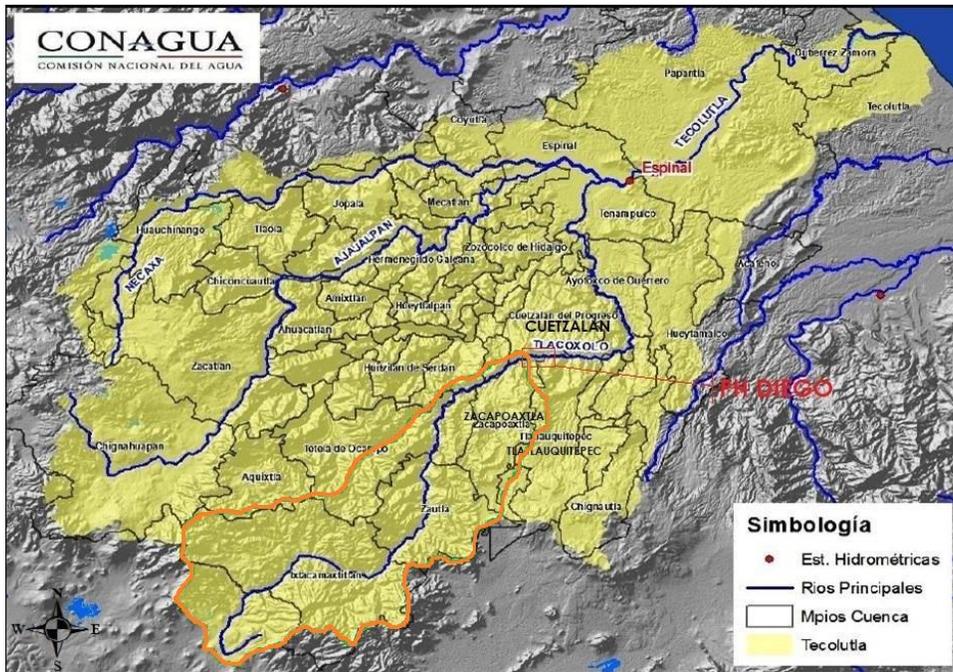


Imagen 4.1. Polígono para el análisis del SAR del proyecto

Asimismo, el proyecto abarca parte de los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, en el estado de Puebla, dichos municipios se ubican en la Sierra Nororiental del estado. Debido a lo anterior, a continuación se presenta una pequeña reseña de dichos Municipios así como del estado de Puebla.

Puebla. El Estado de Puebla se encuentra ubicado al Sureste del Altiplano de la República, entre la Sierra Nevada y al Oeste de la Sierra Madre Oriental tiene la forma aproximada de un triángulo isósceles cuyo vértice apunta hacia el norte y la base hacia el sur; se encuentra entre los paralelos 17° 52' - 20° 52' latitud Norte y los 96° 43' y 99° 04' de longitud Oeste; está limitado al Norte con Veracruz, al sur con Oaxaca y Guerrero; al oeste con Morelos, Estado de México, Tlaxcala e Hidalgo y al este con Veracruz. La Entidad tiene una superficie total de 34,306 Km² que representa el 1.7% de la nacional;

ocupa el vigésimo primer lugar en el país. En cuanto a su integración territorial, Puebla está conformado por 217 municipios y 6,400 localidades que albergan a 5 millones 779 mil 829 habitantes (ITER 2010).

De acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 publicado del 8 de junio del 2011 en el Periódico Oficial del Estado; el Estado de Puebla se divide en 7 regiones que presentan una clara dicotomía en su fisonomía. Cuatro regiones son predominantemente, urbanas: Angelópolis, Tehuacán y Sierra Negra, Valle de Serdán y Valle de Atlixco y Matamoros. Estas cuatro regiones conjuntan 109 municipios y una población total de 4.29 millones (74%) y las otras tres regiones son predominantemente rurales: Sierra Norte, Sierra Nororiental y la Mixteca, que suman 108 municipios y 1.49 millones de habitantes (26%).

Región I Sierra Norte.

Región II Sierra Nororiental.

Región III Valle de Serdán.

Región IV Angelópolis;

Región V Valle de Atlixco y Matamoros.

Región VI Mixteca.

Región VII Tehuacán y Sierra Negra.

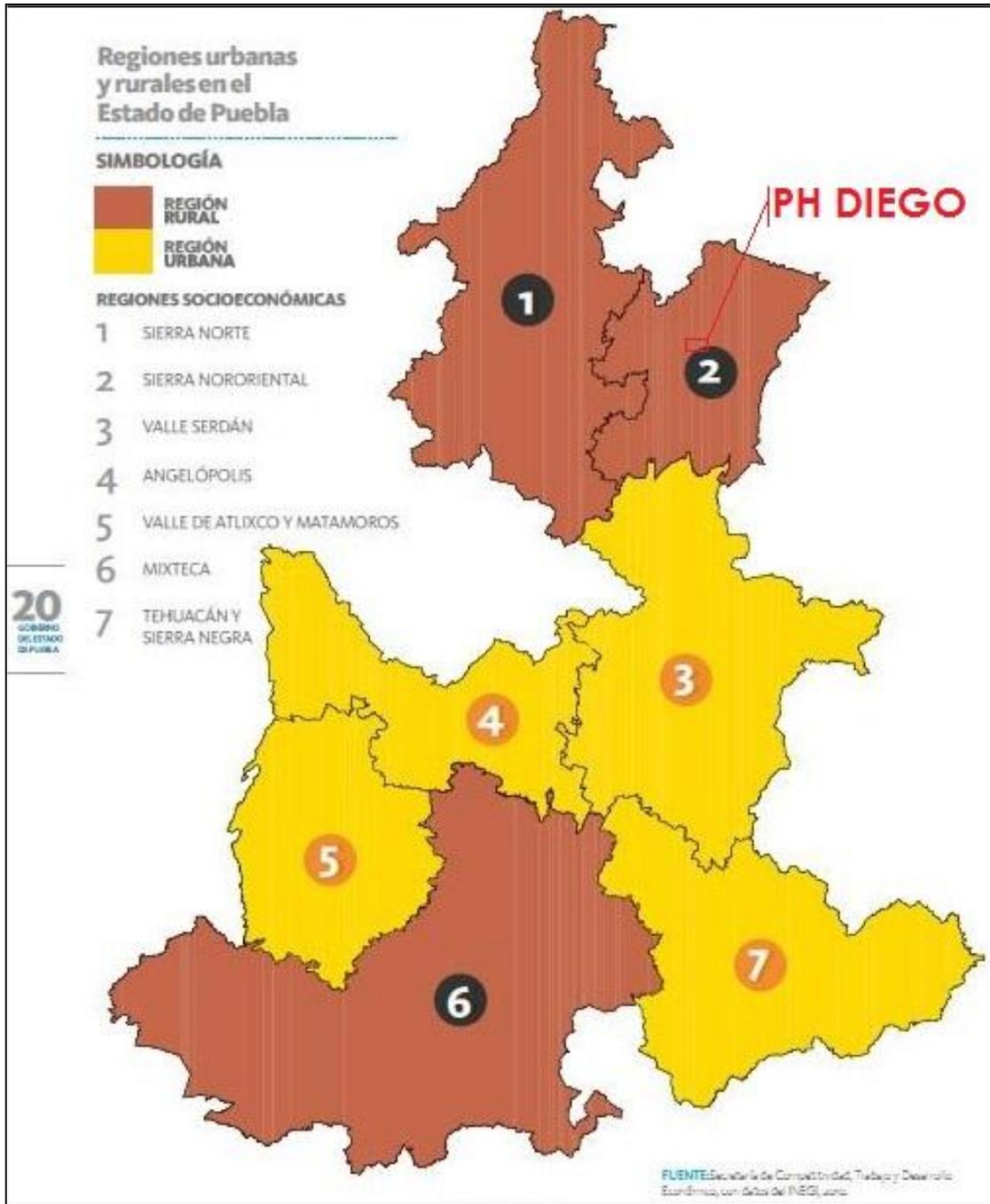


Imagen 4.2. Regiones del Estado de Puebla.

A continuación se describen la Región en la que se localiza el Proyecto:

Región II, Sierra Nororiental.

Se asienta al norte y oriente del estado, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental que desciende hasta la llanura costera del Golfo, limita al norte y al este con el estado de Veracruz, al sur con la región III Valle de Serdán, al oeste con la región norte. La región es una sólida opción de acceso hacia la costa del Golfo de México. Es la quinta región más poblada del estado, su extensión territorial es de 2,509.3 Km² y se conforma por 20 municipios, en los que se asientan 500,611 habitantes que representan el 9.3% de la población de la entidad; su población urbana es del 42.5% y la rural es el 57.5%, y se encuentra distribuida en 960 localidades rurales y 36 localidades urbanas. En esta región prevalece una alta etnicidad. Actualmente el 30.4% de los habitantes pertenecen a alguna etnia entre las que sobresalen 2 grandes grupos, los Totonacas y Otomies. La región se caracteriza por un desarrollo diversificado de las actividades económicas, tanto en municipios con importante actividad industrial y comercial, como en aquellos donde prevalece la actividad turística y agrícola.

Clima. Es una zona montañosa en la que llueve todo el año, con distintas combinaciones de climas, que van desde el cálido húmedo hasta el frío. Atractivos naturales. Tiene varios afluentes como el río Apulco, afluente del Necaxa y el Martínez de la Torre o Nautla en Veracruz. Cuenta con paisajes boscosos con distintas especies de árboles y vastos pastizales. Los cerros que se pueden mencionar son el Colorado, Las Ventanillas, el Ozuma, el Toxcaitac, la Bandera y el Pinal. Su flora se compone de distintas especies arbóreas como pino, oyamel, laquidámbur, entre otros. Su fauna es silvestre, entre la que destacan armadillos, tuzas, liebres, mapaches,

tlacuaches, ardillas y otras¹.

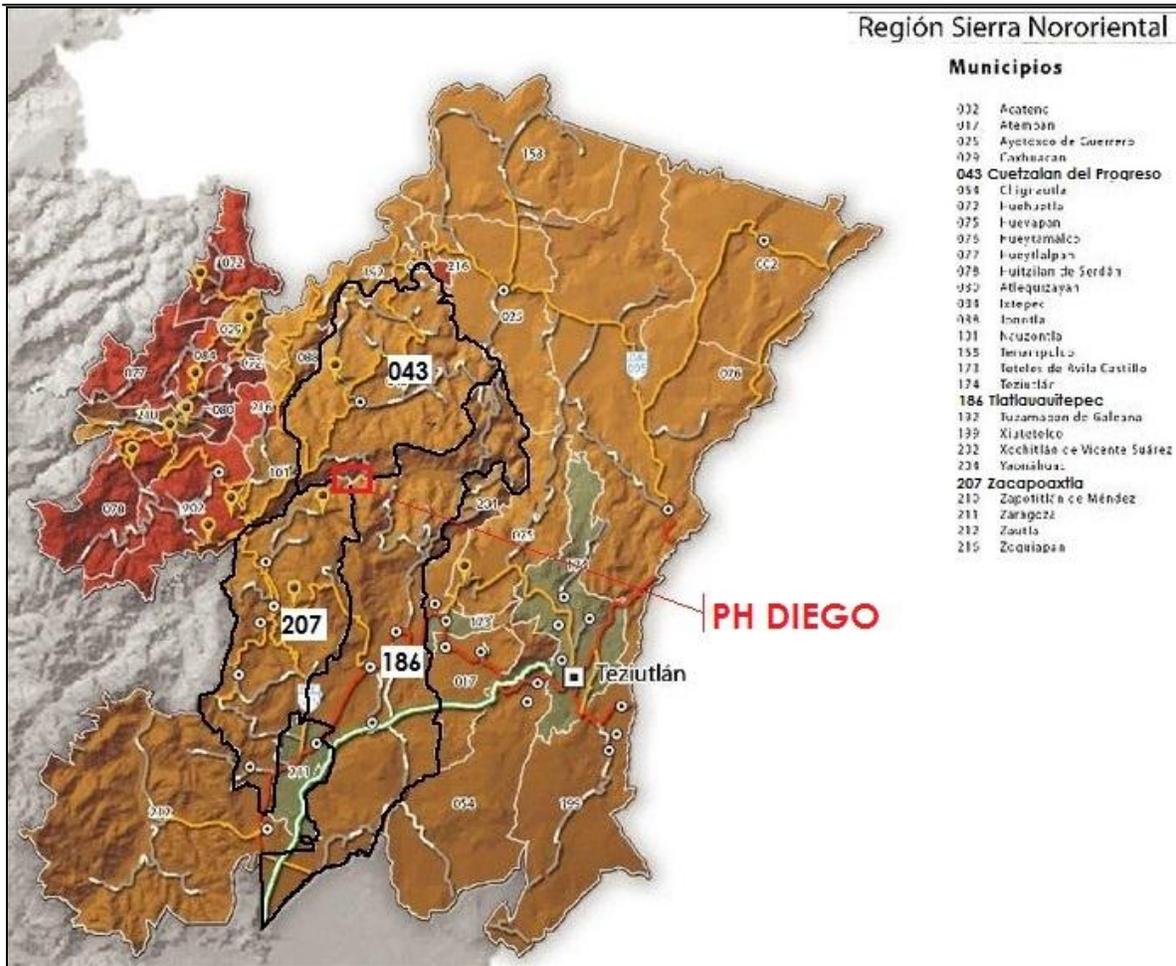


Imagen 4.3. Región II Sierra Nororiental (Fuente: Secretaría de Finanzas y Administración, COTEIGEP, Vías de Comunicación: SCT).

¹ Programa Regional de Desarrollo 2011-2017, Región Sierra Nororiental.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR).

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO, presenta una calidad ambiental baja, con tendencia al deterioro causado por actividades antropogénicas; toda vez que el sector dominante de la economía es el agropecuario.

Cuando se ha realizado el análisis integral de factores bióticos y abióticos, se obtiene como resultado que el proceso más evidente de deterioro es la pérdida de vegetación natural, siendo la apertura de tierras agrícolas la causa de ello. Sin embargo, uno de los factores de alta importancia para el SAR y el proyecto muestra elementos de altísima calidad y disponibilidad.

La disponibilidad de agua aunque no de buena calidad como ya se mencionó anteriormente, está siendo altamente contaminada por las actividades antropogénicas, lo que implica tomar medidas de urgente aplicación para minimizar dicha contaminación y que permita contar con agua de mejor calidad, la presencia del vital líquido en esta región permite compensar el deterioro ambiental causado por la pérdida de vegetación.

El proyecto se ubica en los límites de los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, en el estado de Puebla, identificándose que el proyecto se encuentra cerca del límite sur de la

poligonal del Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan.

La cuenca del Río Tecolutla se encuentra entre los paralelos 19°28' y 20°30' de latitud norte y entre los meridianos 96°58' y 98°15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (CONAGUA, 2005). Políticamente está ubicada en los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Veracruz; el área que drena, hasta la desembocadura en el Golfo de México, se estima en 7 342 km² (C.F.E., 1977).

En la cuenca se pueden distinguir tres zonas: a) La parte alta, en la Sierra Madre Oriental, en la que los cauces se encuentran alojados en cañones angostos y profundos con fuertes pendientes. b) La parte intermedia en donde disminuye la pendiente del cauce y es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía eléctrica. c) La parte baja que atraviesa la planicie costera del estado de Veracruz, hasta la desembocadura en el Golfo de México (C.F.E., 1977). Por su ubicación en la Entidad, la Cuenca también destaca como un sitio de importancia mundial para las aves migratorias². La Cuenca aún conserva un variado mosaico de ambientes y comunidades vegetales, entre las que destacan los bosques mesófilos de montaña, bosques de pino-encino y remanentes de selva, vegetación de galería ciénagas y manglares, todos estos territorios se caracterizan por la presencia de ecosistemas de gran riqueza biológica, que además, brindan numerosos servicios ambientales imprescindibles para el equilibrio regional, como es la producción y retención de agua, la formación y conservación del suelo, la protección

² Estudio Hidrológico, Derechos Reservados CONAE, 1995.

de la población frente a inundaciones y deslaves, además de ser el hábitat de numerosas especies endémicas y otras de importancia global.

IV.2.2.1 Medio abiótico

a. Tipos de Clima:

El proyecto no incidirá en una modificación de los climas presentes en el SAR, por lo que en el contenido de esta sección se mencionarán de manera general los tipos de clima presentes en el estado de Puebla, acotándose posteriormente a los tres municipios en donde se ubicará el proyecto.

La situación geográfica y la diversidad de alturas y regiones naturales, han conferido al Estado de Puebla una integración climatológica de las más variadas del país. Las características climáticas promedio de la entidad con una temperatura media de 16°C, llegando en verano a 17.1°C y en invierno a 16°C, la estación de lluvias se inicia en mayo, se establece en junio y termina en octubre, con un promedio anual de precipitación de 801 milímetros (mm).

Aproximadamente 11 tipos de clima han sido precisados; sin embargo, en el Estado se distinguen principalmente cinco regiones climáticas: la parte central y sur presenta un clima templado subhúmedo con medias anuales de 858 milímetros de precipitación y 15° C de temperatura; en el suroeste el clima es cálido y semicálido, subhúmedo en ambos, con medias anuales de 830 mm de precipitación y 22°C de temperatura; el norte, donde se presenta un clima cálido y semicálido, húmedo en ambos, pero con precipitación de 2,250 mm, y 22°C de temperatura; en la región sureste existen

áreas en las que los climas son semisecos y la temperatura varía desde cálido hasta templado, las medias anuales con precipitación de 550 milímetros, y 22°C, de temperatura y; finalmente, la zona de los volcanes, en donde los climas varían de semifríos hasta muy fríos.

Tabla 4.1. Climas del estado de Puebla

Templado subhúmedo	35%*
Seco y semiseco	19%*
Cálido subhúmedo	25%*
Cálido húmedo	14%*
Templado húmedo	7%*
Frío de alta montaña	0.2%*



Imagen 4.4. Climas en el estado de Puebla.

De acuerdo al mapa de climas, se puede observar que el sitio del proyecto se localiza en un clima del tipo cálido húmedo (C)fm. Sin embargo, para el municipio de Cuetzalan se reporta un solo tipo de clima, el cálido húmedo y para los municipios de Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec se reportan dos tipos de clima el Cálido húmedo y el templado húmedo (Cf), por lo que es importante señalar que la ejecución de las obras del proyecto así como su operación no interferirán en la modificación de los climas existentes en la zona.

Temperaturas: En el municipio de Cuetzalan se reporta una temperatura media anual mayor a los 18°C, la temperatura del mes más frío está reportado por debajo de los 18°C y la temperatura del mes más caliente mayor a los 22°C; para los municipios de Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec se reportan temperaturas media anual entre los 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío oscila entre los -3°C y 18°C, así como la temperatura del mes más caliente bajo los 22°C, al respecto, las obras del proyecto no alterarán el clima del SAR.

Precipitación: Los promedios de precipitación en la zona de interés son el resultado de las condiciones de temperatura, relieve y orografía. Ésta última presenta marcada influencia en la región, según el INEGI, en la Subcuenca hidrológica donde se distribuye el Proyecto dominan los rangos de 3,000 a 3,500 mm (parte central del Sistema Ambiental Regional), siguiéndolo las áreas con un rango ubicado entre los 2,500 y 3,000 mm (oeste y este) y en mucho menor medida las superficies que se encuentran entre los valores de 2,000 a 2,500 mm, siendo casi nula la presencia de áreas al oeste con un rango de 1,500 a 1,800 y 1,800 a 2,000 mm.

Fenómenos hidrometeorológicos. Algunos de los fenómenos meteorológicos que se producen con mayor frecuencia en la entidad, además de la lluvia, son: heladas, las cuales se presentan en todo el estado; granizadas, que ocurren con mayor frecuencia en el centro-sur; y nevadas, que se producen en terrenos cuya altitud es mayor de 4,000 m, como en el caso de los volcanes Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, La Malinche y cerro La Negra.

Dentro de las diferentes contingencias de origen hidrometeorológico junto con las de origen químico son las que más daños generan, a la población. Por general, se presentan los siguientes fenómenos climatológicos:

Heladas. Las heladas ocurren en zonas cuya altitud va de 500 a más de 3,000 m, en una gran variedad de climas, así como en un número de días variable. Con una frecuencia mayor de 100 días al año se producen en los poblados de Zacatepec y Amozoc de Mota, donde el clima que predomina es templado húmedo; esa misma frecuencia ocurre en el sur, en la zona de clima semiseco alrededor de Guadalupe Buenavista. El rango de 40 a 80 días se presenta en la región centro, como en Tepeaca, Oriental, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Cañada Morelos, Palmar de Bravo, Acajete, Ciudad Serdán y Libres, donde los climas que predominan son templado subhúmedo, semiseco templado y semiseco muy cálido. La incidencia menor de 40 días se reporta en Acatepec, Acatzingo de Hidalgo, Chapulco, Huejotzingo, Teziutlán, Tlacotepec de Benito Juárez, Zacatlán e Ixtacamaxtitlán. La primera helada por lo general se produce en octubre, la última en marzo y la máxima incidencia en diciembre (INEGI).

Granizadas. Este fenómeno se produce principalmente en los meses de marzo, abril, mayo y junio. En las zonas de elevada altitud, tal es el caso de Ciudad Serdán, Tlachichuca y la ciudad de Puebla, donde el clima es templado subhúmedo, este fenómeno se presenta con una frecuencia mayor de 5 días al año; en Huejotzingo con más de 4 días. El rango de 2 a 4 días al año con tormentas de granizo se registra en Tlaxco, Piaxtla y Huehuetlán el Grande; el rango menor de 2 días en Oriental y Tlacotepec de

Benito Juárez (INEGI).

Nevadas. La frecuencia menor de nevadas (0.03 a 1.14) se reporta en las zonas de clima semicálido y en las de templado húmedo y subhúmedo del norte del estado, en particular en los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla, Zacatlán, Huauchinango y Teziutlán, entre otros. En los climas semisecos templados la frecuencia es de 1.12 a 2.34 días, como ocurre en Oriental, Tlacotepec de Benito Juárez y Chapulco. En estas zonas las nevadas se producen en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. En la Sierra Nevada, así como en el Pico de Orizaba ocurren las nevadas en todos los meses del año; mientras que en La Malinche se presentan en los meses de diciembre y enero.

En este contexto, dichos fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en la región del proyecto, no ponen en riesgo la ejecución y operación de las obras.

b. Geología:

Características litológicas del área.

El origen geológico de la zona donde se localiza la superficie del proyecto es de la Era Mesozoica del Periodo Jurásico medio; sin embargo, en el Sistema Ambiental Regional también se localizan zonas con otros orígenes: Era Mesozoica de los Periodos Jurásico superior, Cretácico superior e inferior así como Era Cenozoica del Periodo Neogeno. La superficie del proyecto, así como la mayor parte de su Sistema Ambiental Regional se localiza en la Provincia geomorfológica Sierra Madre Oriental.

- Fisiografía (provincias y subprovincias fisiográficas)

El territorio nacional se encuentra clasificado, de acuerdo con sus características fisiográficas en 16 provincias fisiográficas. El estado de Puebla se encuentra asentado en porciones de cuatro de estas provincias. Estas son la Llanura Costera del Golfo Norte, la Sierra Madre Oriental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

- ✓ La Llanura Costera del Golfo Norte, ocupa una superficie muy pequeña, apenas algunas partes de los municipios de Tenampulco, Ayotoxco de Guerrero, Hueytamalco y Acateno ubicados al noreste de la entidad.
- ✓ La Sierra Madre Oriental se extiende en una buena parte del territorio poblano que se encuentra al norte de Tlaxcala. Esta provincia tiene presencia a través de la llamada Subprovincia del Carso Huasteco.
- ✓ La Sierra Madre del Sur ocupa la porción sureste del estado y algunas pequeñas partes del suroeste de la entidad. El sureste del territorio se extiende sobre las subprovincias de las Sierras Centrales de Oaxaca y de las Sierras Orientales, mientras que la parte del suroeste por la Subprovincia de las Sierras Orientales.
- ✓ El Eje Neovolcánico, en esta provincia se encuentra asentada la mayor parte de la entidad, algunas porciones del noreste pertenecen a la subprovincia de Chiconguiaco; en todo el centro y norte del estado domina la Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, y en el sur, la subprovincia Sur de Puebla.



Imagen 4.5. Provincias Fisiográficas en el estado de Puebla.

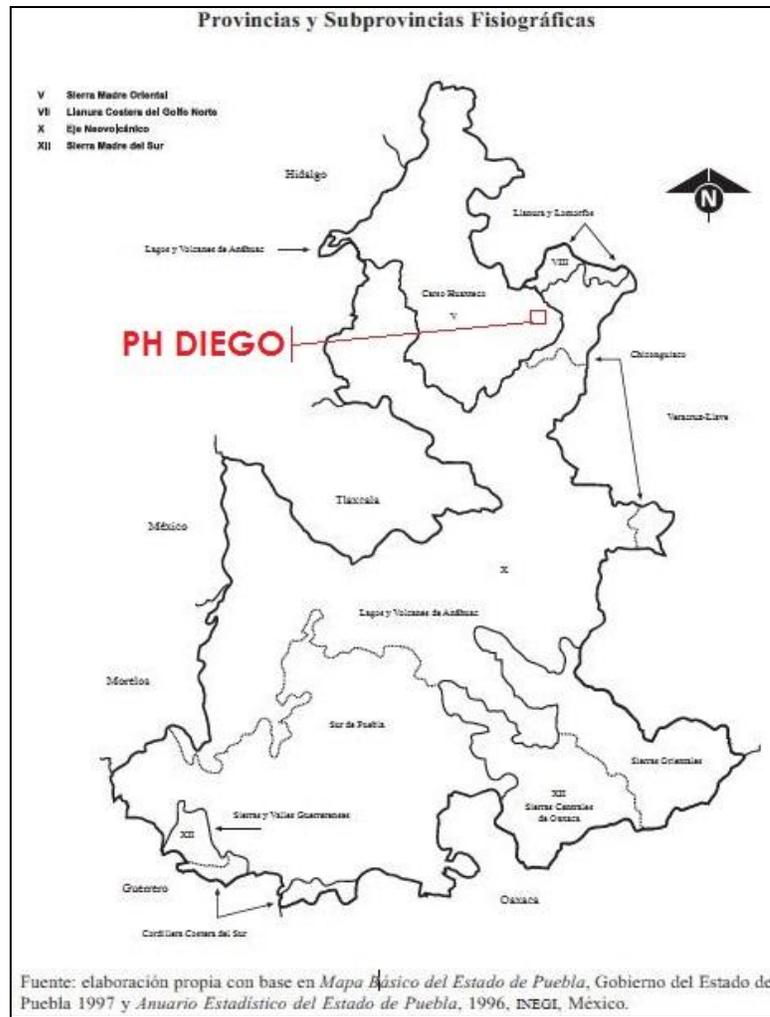


Imagen 4.6. Subprovincias fisiográficas en el estado de Puebla.

A lo largo del tiempo geológico se dan procesos que ocurren lentamente, tales como levantamientos del terreno –por ejemplo, formaciones de montañas-, erosión formación de cuencas con su respectiva acumulación de sedimentos, fallas geológicas y glaciaciones, y otros que ocurren de manera rápida, tales como deslizamientos de tierra, inundaciones, terremotos o erupciones volcánicas. Muchos de estos fenómenos están relacionados con una dinámica global y otros eventos locales, y en su conjunto han contribuido para conformar la geología y morfología de lo que actualmente es el estado de Puebla.

La historia geológica de las rocas más antiguas que afloran en el estado comenzó desde la era Paleozoica y ellas son producto de un acontecimiento de dimensiones globales, resultante del choque de las masas continentales que posteriormente formarían el supercontinente llamado *Pangea*. Esta colisión provocó la construcción de la cordillera *Marathon-Ouachita* en el límite de los periodos Pérmico-Triásico, la cual se extiende a lo largo de la región oriental de los Estados Unidos hasta el Norte de México (Handschy *et al.*, 1987).

En el límite de los periodos Cretácico Superior y Terciario, el choque entre las placas de Farallón y de Norteamérica originó la Orogenia Laramide. Como consecuencia de esto en la parte occidental del país se emplazó un arco volcánico que formó las grandes provincias ignimbríticas de la Sierra Madre Occidental.

Mientras que en la porción oriental del territorio, los efectos de dicha orogenia deformaron los sedimentos marinos y provocaron su levantamiento, formando así lo que actualmente es la Sierra Madre Oriental, la cual constituye un cinturón plegado y fallado con orientación noroeste-sureste. Este evento tuvo como consecuencia el cambio de ambiente marino a continental. En el Paleoceno, la región continental estuvo sometida a esfuerzos corticales y a una intensa erosión de la Sierra Madre Oriental, los sedimentos originados se distribuyeron en forma de abanicos submarinos que rellenaron las cuencas terciarias, formando así la planicie costera del Golfo de México, la cual fue cubierta por la última transgresión marina. Durante el Mioceno Medio aparecen los primeros signos del vulcanismo originado por la subducción de la placa del Pacífico por debajo de la placa Norteamericana, lo cual dio origen a la formación de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).

Esta provincia geológica atraviesa al país en su parte central con una orientación este-oeste (Demant y Robin, 1975). En el sector oriental de la FVTM, este vulcanismo quedó de manifiesto con construcciones de la Sierra de Chiconquiaco, Palma Sola, los estratovolcanes Pico de Orizaba, Cofre de Perote, Las Cumbres y La Gloria, así como los campos monogenéticos de los Tuxtlas y Xalapa y las calderas de los Humeros y Chiconquiaco. En la Imagen 4.11, se muestra el marco tectónico actual de la República Mexicana con los principales centros eruptivos.

El sitio del proyecto, se localiza en los límites al oriente de la Faja Volcánica Transmexicana, teniendo la caldera más cercana la de Los Humeros (F).

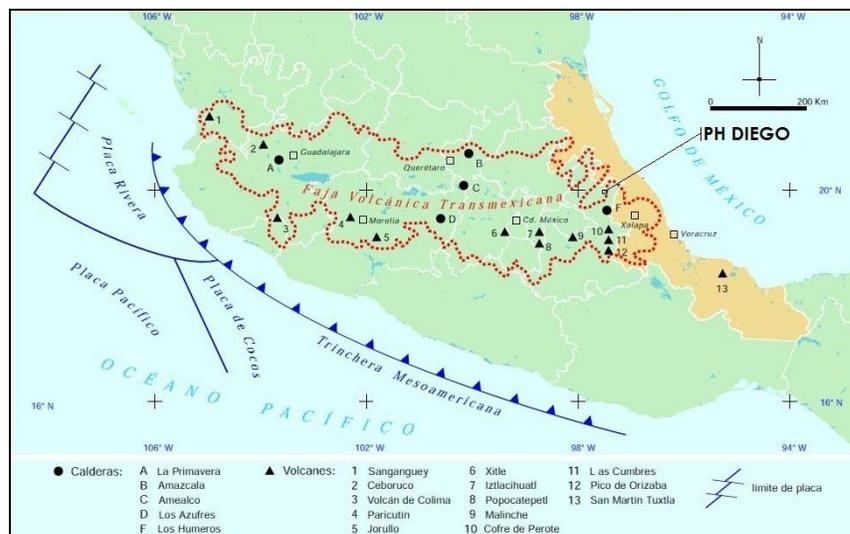


Imagen 4.7. Mapa Tectónico de la República Mexicana.

Por último, la cordillera formada por los grandes estratovolcanes Cofre de Perote-Pico de Orizaba, aporta una gran cantidad de sedimentos volcánicos, los cuales se encauzan a lo largo de los ríos que desembocan en el Golfo.

- Geología de los municipios de Cuetzalan, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec; Carta Geológica-Minera Teziutlan E14B15, Puebla.

De acuerdo con la Carta Geológica del INEGI, escala 1:50,000, Carta Geológica Minera del Servicio Geológico Mexicano escala 1:250,000; la superficie del Proyecto cuenta con las siguientes clasificaciones litológicas: Ignimbrita-Riolítica y Andesita-Toba Andesítica, mientras que el Sistema Ambiental Regional también presenta aunado a esto con Limolita-Conglomerado Polimíctico y Caliza.

La Carta Teziutlán se localiza en la porción norte del estado de Puebla, entre las coordenadas geográficas 19°45' a 20°00' de latitud norte y 97°20' a 97°40' de longitud oeste, con una superficie de 966 km². Fisiográficamente se ubica en la provincia de la Planicie Costera del Golfo, subprovincia Ladera Norte, y en el Terreno Maya conforme a la clasificación de Terrenos tectonoestratigráficos.

En lo que respecta al SAR de la zona del proyecto, el basamento está conformado en forma discordante por rocas volcánicas terciarias, y por la Formación Cahuascal (JbjbLm-Cgp), que aflora ampliamente en el centro, centro-poniente, norte-noroeste y sureste de la carta, constituida por una alternancia de limolita y conglomerado polimíctico que ocasionalmente presenta horizontes de arenisca que gradúa a arenisca conglomerática. Asimismo, guardan relaciones concordantes a la base y a la cima con las formaciones Cahuascal y Tamaulipas Inferior; la Formación Tamaulipas Inferior (KbeapCz) se encuentra expuesta irregularmente con orientación NW-SE, de la parte media al noroeste y en la esquina noreste de la carta. Está constituida por caliza con nódulos y algunas bandas de pedernal

negro y esporádicos horizontes de lutita; la caliza es estratificación mediana a gruesa, y en partes se observa masiva, con líneas estilolíticas entre los estratos.

Sobreyaciendo discordantemente a la secuencia sedimentaria de la Sierra Madre Oriental, se encuentran los depósitos volcánicos de la Faja Volcánica Transmexicana, ampliamente expuestos en la porción noreste, y con exposiciones más restringidas hacia el centro-norte y poniente de la carta en donde aflora la Andesita Teziutlán (TplA-TA), constituida por andesita, andesita basáltica, y raramente basalto, con algunos horizontes de toba andesítica. Es la roca basal del campo volcánico Los Humeros, y se le asigna edad Plioceno.

En el campo de Los Humeros, también aflora la Ignimbrita Xaltipan (Qptlg-TR), constituida por toba riolítica descrita de la base a la cima en tres estados de piro-consolidación-densa, mediana y ausente-, en la cual también se observan escasos afloramientos de riolita; los afloramientos se distribuyen ampliamente en todos los sectores de la carta, y se le asigna edad Pleistoceno.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

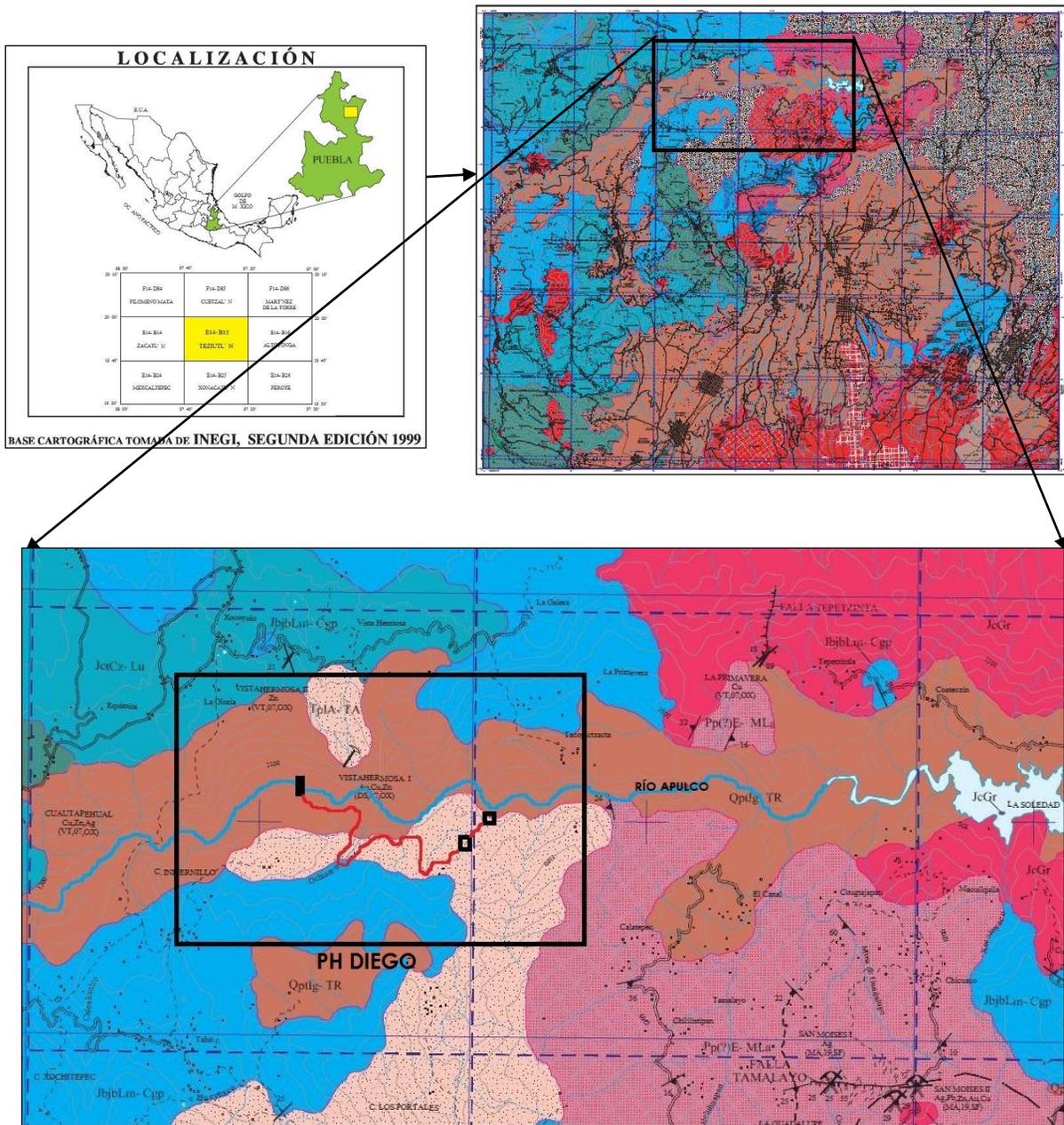


Imagen 4.8. Geología en el sitio del proyecto (Carta Geológica-Minera, Tezuiltlan- E14-B15).

Con mayor influencia en el área del proyecto, se encuentran en su mayoría los tipos de rocas de tipo Ígnea extrusiva ácida, Ígnea extrusiva básica, Caliza, y en menor proporción se encuentran Caliza-Lutita, Volcanoclástico, Limolita-arenisca, Brecha sedimentaria. En la siguiente imagen se muestran las diferentes rocas ubicadas en el área de estudio, y en la Tabla sus respectivos porcentajes.

Tabla 4.2. Distribución de la Geología, tipo de rocas, en la Subcuenca del Río Apulco para el proyecto, (INEGI).

GEOLOGÍA(TIPO)	%	Área (m²)
Brecha sedimentaria	0.58%	7,637,022.94
Caliza	21.57%	284,218,379.42
Caliza-lutita	8.01%	105,493,146.31
Ígnea extrusiva ácida	29.38%	387,194,142.90
Ígnea extrusiva básica	28.88%	380,508,491.33
Limolita-arenisca	3.65%	48,122,507.73
N/A	2.95%	38,901,408.83
Volcanoclástico	4.98%	65,614,900.54
	100.00%	1,317,690,000.00

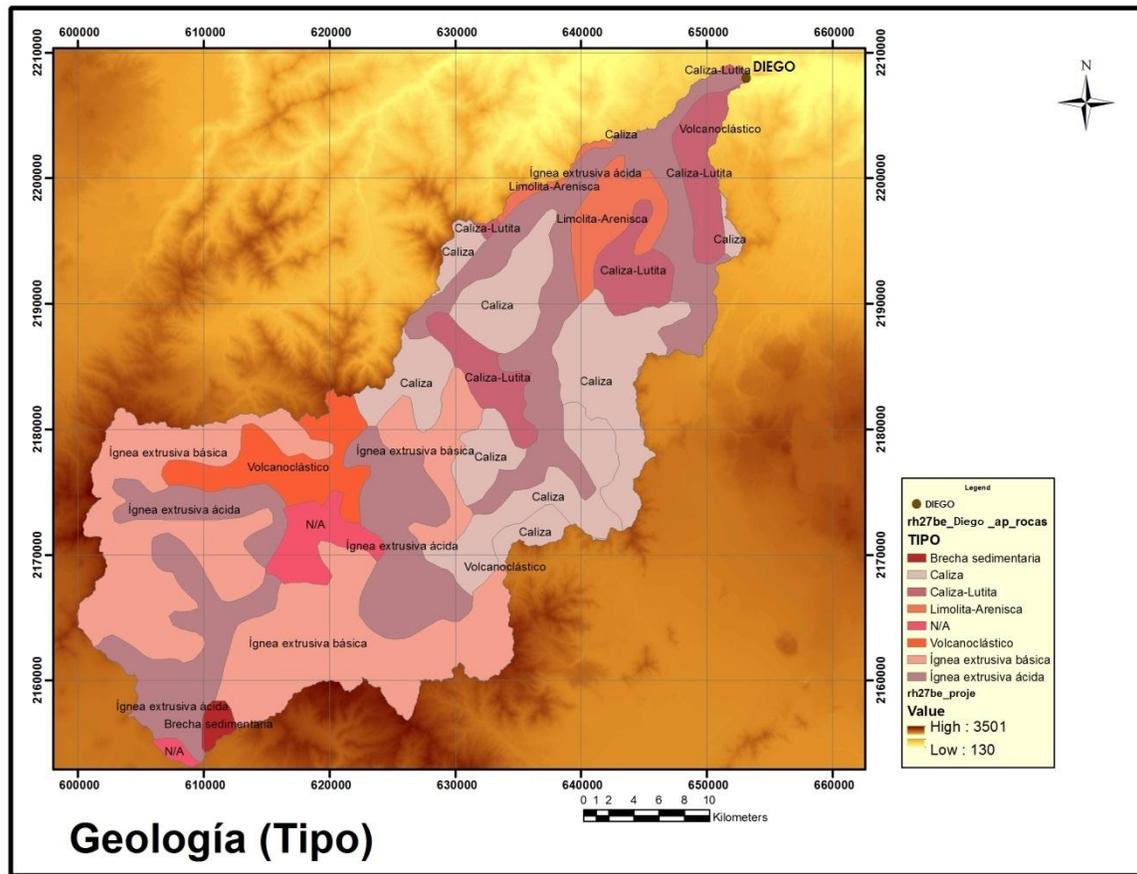


Imagen 4.9. Tipo de rocas, en la subcuenca del Río Apulco para el proyecto, (INEGI)

c. Suelos:

La Base Referencial del Recurso Suelo (WRB 2006), es la propuesta vigente de clasificación internacional para los suelos y fue elaborada en conjunto por la International Society of Soil Science (ISSS), the International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) y la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). En esta clasificación se presentan 32 grupos de referencia de suelos a nivel mundial, de los cuales 14 están presentes en el estado de Puebla, siendo en orden de importancia los siguientes: Vertisoles, Feozems, Leptosoles, Cambisoles, Regosoles, Luvisoles,

Acrisoles, Andosoles, Nitosoles, Gleysoles, Planosoles, Solonetz, Solonchaks y Gypsisoles. Asimismo, el INEGI (2001) en su información edafológica menciona para el estado de Puebla la presencia de otros suelos, entre ellos: Rendzinas, Litosoles y Xerosoles. Es importante aclarar que tanto Rendzinas como Litosoles para la WRB 2006 están incluidos dentro del grupo de los Leptosoles, mientras que los Xerosoles quedan dentro del grupo de los Gypsisoles.

Se observa de manera general los tipos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto y en la superficie del mismo. Los tipos de suelos presentes en la superficie del Proyecto, se describen de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía (DGG) del Instituto de Estadística Geografía e Informática (INEGI), información contenida en las cartas edafológicas; así como a la información recabada en literatura, correspondiendo a los siguientes: Litosol y Andosol en la superficie del proyecto y en el resto del Sistema Ambiental Regional se pueden encontrar también Luvisol y Regosol.

A continuación se describen de manera breve los tipos de suelos presentes en los municipios del proyecto:

Para el municipio de Zacapoaxtla se reportan dos tipos de suelos, el Andosol que se encuentra en todo el municipio desde la parte alta hasta la parte baja, y el **Litosol que únicamente se encuentra en toda la zona del Río Apulco.**

Para el municipio de Cuetzalan del Progreso se identifican suelos pertenecientes a cuatro grupos diferentes: **Litosol, es el suelo predominante**

en el municipio y cubre la parte septentrional y la ribera del río Apulco; Regosol, se localizan en un área reducida al noroeste; Luvisol, ocupan una extensa área y presentan fase lítica profunda (roca entre 50 y 100 centímetros de profundidad); y Andosol, se localizan en la porción suroeste; presentan fase petrocálcica (caliche endurecido a menos de 50 centímetros de profundidad).

Para el municipio de Tlatlauquitepec, se identifican en su territorio cuatro grupos de suelos: **Andosol, cubre la mayor parte del territorio del río Apulco hacia el sur;** Litosol, ocupa un área reducida en el extremo sureste; Regosol, se localizan en un área al sureste; y Luvisol, cubre el norte a partir del río Apulco.

La mayor parte de suelos son los de Cambisol, Feozem, Regosol seguido del tipo Luvisol, Litosol, luego en menor medida Andosol. En la imagen se muestran los diferentes suelos dominantes en el área de aportación del sitio de captación del proyecto, posteriormente en la Tabla, se muestran los diferentes porcentajes de dichos suelos..

Tabla 4.3. Suelos dominantes en la subcuenca del Río Apulco, para el proyecto, (INEGI)

SUELOS DOMINANTES	%	Área (m ²)
Andosol	1.53%	20,139,615.49
Cambisol	36.38%	479,424,147.28
Feozem	29.40%	387,421,901.36
Litosol	2.80%	36,936,578.03
Luvisol	3.13%	41,183,413.96
Regosol	26.76%	352,584,343.88
	100.00%	1,317,690,000.00

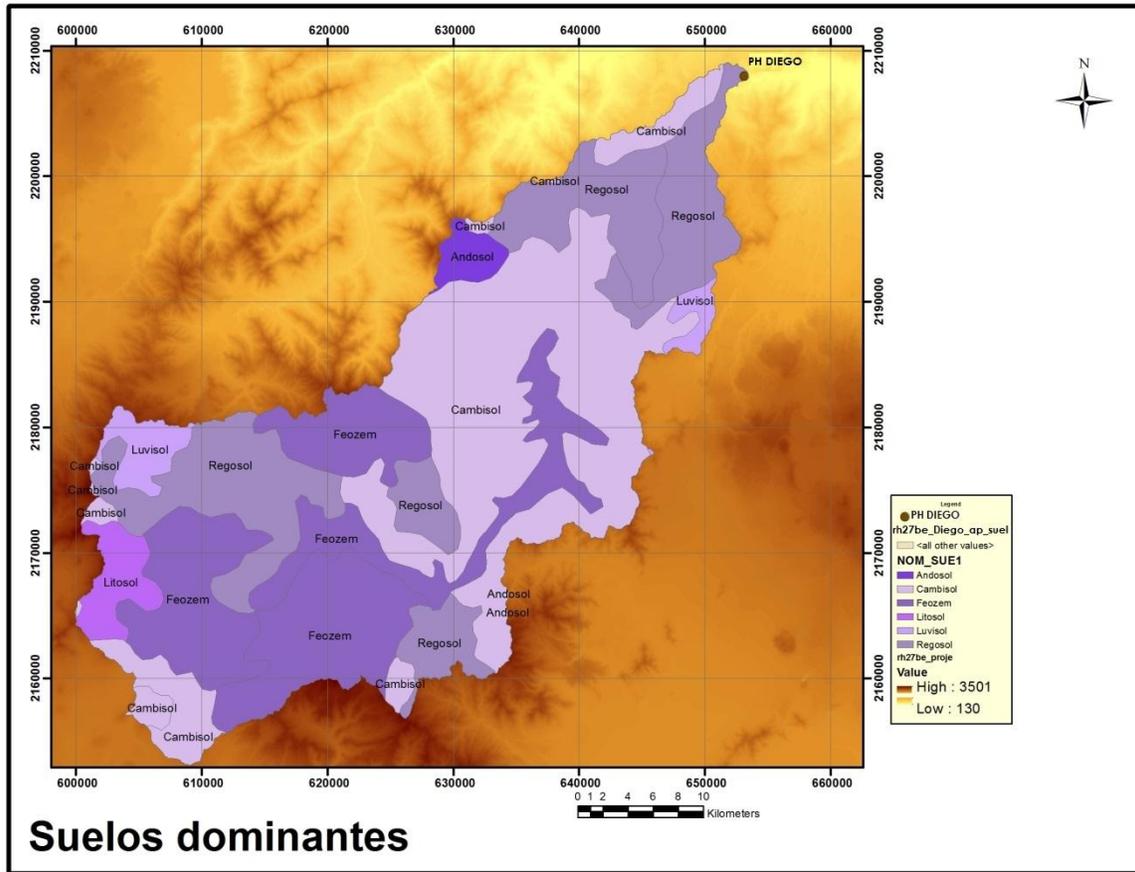


Imagen 4.10. Suelos dominantes en el polígono del SAR, (INEGI)

Andosoles (T) (en materiales volcánicos):

Suelos formados de cenizas volcánicas con superficies oscuras, se localizan principalmente en el Eje Neovolcánico. Agrupa suelos de origen volcánico de color oscuro y muy poroso. El término **andosol** es una palabra compuesta que significa "suelo oscuro".

Los andosoles son equivalentes al orden de los andisoles que se emplea en la taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos

en elementos vítreos. Tienen altos valores en contenido de materia orgánica, alrededor de un 20%, además tienen una gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio. Se encuentran en regiones húmedas. Su rasgo más sobresaliente es la formación masiva de complejos amorfos humus-aluminio.

Los Andosoles tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no se usan hasta su capacidad. Los Andosoles generalmente son suelos, particularmente los Andosoles en ceniza volcánica intermedia o básica y no expuestos a lavado excesivo. La fuerte fijación de fosfato de los Andosoles (causada por Al y Fe libres) es un problema. Las medidas de mejora para reducir este efecto incluyen la aplicación de calcáreo, sílice, material orgánico, y fertilización fosfatada.

Los Andosoles son fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento de agua. Los Andosoles fuertemente hidratados son difíciles de labrar por su baja capacidad de carga y adhesividad.

Los Andosoles se cultivan con una variedad amplia de cultivos incluyendo caña de azúcar, batata (tolerante a bajo nivel de fosfato), té, vegetales, trigo y cultivos hortícolas. Los Andosoles en pendientes pronunciadas tal vez se mantienen mejor bajo bosque. El arroz inundado es el uso de la tierra principal de los Andosoles en tierras bajas con agua freática somera.

Litsoles.

Del griego litos que significa “piedra”. Al igual que las Rendzinas, dentro de la WRB 2006 los Litsoles están dentro del grupo de los Leptosoles.

Estos suelos son solo el 1.74% de la superficie estatal y se distinguen por ser suelos muy delgados y tener una profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Se encuentra en todos los climas y con muy diversos tipo de vegetación, en todas las sierras de México, laderas, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques, selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura debido a su poca profundidad y a la topografía donde se encuentran no son recomendables para labores agropecuarias, ya que son muy susceptibles a la erosión.

Cambisol.

Los suelos cambisoles son notorios en declives suaves, laderas y lomeríos. Sus limitaciones se derivan de su escaso desarrollo, alta susceptibilidad erosión, profundidad moderada, topografía y erosión moderada a severa que presentan. Pueden diferenciarse cinco tipos todos ellos caracterizados por presentar un horizonte Cámbico.

Feozem Háptico (Hh).

Presenta una capa superficial parda oscura con color en húmedo parda grisácea muy oscura, con separación de contraste abrupta y forma plana. La textura migajón arcillo arenosa, sin presencia de rasgos calcimórficos, con reacción nula al HCl y al NaF. El espesor del horizonte orgánico es somero (entre 5 y 10 cm), el horizonte A es profundo (entre 1.5 y 2.0 m.),

bien desarrollado, fase dúrica profunda como limitante y acumulación de arcillas en el horizonte B. Los horizontes eluviales o iluviales poco evidentes, de estructura moderada y granular de forma subangular en los primeros 15-20 cm., alto coeficiente de expansión y contracción, bien drenado, textura media, estructura de B en bloques, limitados por otros agregados de caras angulares bien definidos, de permeabilidad media, con disminución de ésta por apelmazamiento en húmedo, altamente frías, ligeramente adherible, no plástico, no cementado y con alta concentración de bases.

Luvisol (L).

Se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos pero con una estación seca y otra húmeda. El perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un albico, en este caso son intergradados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

Por otra parte y en referencia a los **luvisoles** éstos suelos presentan horizontes bien definidos cuyo horizonte B es argílico, se localiza en mayor proporción en áreas de lomeríos, sierras y montañas del lugar, con pequeña proporción se les localiza en declives suaves y laderas. Son de coloraciones pardas a rojizo de textura migaron arcillosa, reacción del suelo ligeramente ácida con procesos de desbasificación, por lo que son

totalmente infértiles o requieren de grandes cantidades de nutrientes vía abonos químicos u orgánicos para que su potencialidad sea agrícola.

Sus principales limitaciones son la topografía, erosión moderada a severa, así como su profundidad y fertilidad. En la actualidad estos suelos, al igual que los litosoles son focos principales de erosión como producto del uso irracional y manejo inadecuado de los recursos vegetales con fines de aprovechamiento diverso. Por consiguiente deben de tomarse métodos semejantes a los indicados en los párrafos anteriores a fin de de aprovechar en forma racional del recurso presente en las áreas donde se localiza este tipo de suelo.

Regosol éutrico (Re).

Está formado por materiales triturados, no consolidados, transportados por el viento, pueden ser de origen piroclástico, resultado de actividades volcánicas recientes. Son suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto, muy semejante a la roca de la cual se originó, el cual tiene alta capacidad de saturación de bases (más del 50%), por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad, pero no debe ser calcáreo. No presenta fase física ni química.

d. Hidrología.

El área de estudio se encuentra incluida completamente dentro de la Región Hidrológica No. 27, denominada "Tuxpan-Nautla", específicamente comprende parte de la cuenca B del Río Tecolutla y la subcuenca e del Río Apulco (RH27Be). La corriente potencialmente aprovechable para el proyecto, es el Río Apulco.

Región Hidrológica No. 27 “Tuxpan – Nautla”.

La Región Hidrológica No. 27 drena al Golfo de México, por tanto se ubica en la porción este del país, entre las coordenadas 18° 57' y 22° 10' de latitud norte y 96° 25' a 98° 30' de longitud oeste. Las cuencas más importantes de esta región hidrológica son las de los ríos Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, Misantla y Colipa.

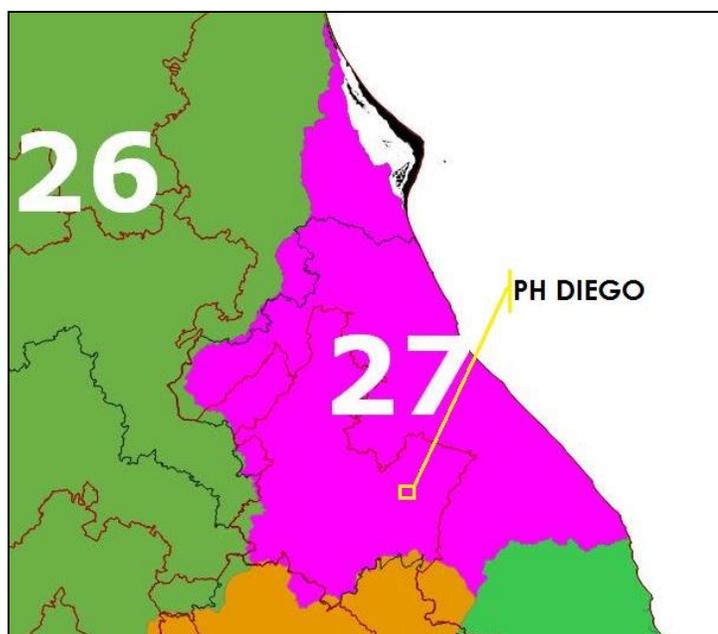


Imagen 4.11. Región Hidrológica 27, Tuxpan-Nautla.

Cuenca del Río Tecolutla.

La cuenca del río Tecolutla se encuentra entre los paralelos 19°28' y 20°30' de latitud norte y entre los meridianos 96°58' y 98°15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (CONAGUA, 2005). Políticamente está ubicada en los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Veracruz; el área que drena,

hasta la desembocadura en el Golfo de México, se estima en 7,342 km²(C.F.E., 1977).

En la cuenca se pueden distinguir tres zonas: a) La parte alta, en la Sierra Madre Oriental, en la que los cauces se encuentran alojados en cañones angostos y profundos con fuertes pendientes. b) La parte intermedia en donde disminuye la pendiente del cauce y es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía eléctrica. c) La parte baja que atraviesa la planicie costera del estado de Veracruz, hasta la desembocadura en el Golfo de México (C.F.E., 1977).

Los arroyos que dan origen a esta importante corriente nacen en la Sierra de Puebla en los distritos de Huauchinango, Zacatlán, Acatlán y Teziutlán. La corriente principal recibe los nombres de arroyo Zapata, río Coyuca, río Apulco y finalmente río Tecolutla. Los afluentes principales son los ríos Xiucayucan, Tehuantepec, Laxaxalpan; en el curso medio recibe las aportaciones del arroyo Joloapan y río Chichicotzapa. El colector general tiene su origen en el arroyo Zapata, a una elevación de 3 500 msnm y 20 km al norte de Huamantla de Juárez, Tlax., afluyen a él los arroyos Huicolotla y Los Lobos por la margen izquierda, a partir de estas confluencias recibe el nombre de río Coyuca. Su curso se desarrolla a 2 000 m de altitud en el estado de Puebla, donde recibe por la margen izquierda los arroyos Tetzoncuahuixtic y San José y por la margen derecha los arroyos Texocuixpan y Tlapizqaco; en este sitio el colector se empieza a llamar río Apulco. En su recorrido el colector general recibe a 1 460 m de altitud al arroyo La Gloria.

La corriente principal recibe por su margen derecha otros dos afluentes de importancia que son los arroyos Xilita y Santalaco. El primero nace en el

Cerro Caculco a 2 500 msnm a 2 km al oeste de Zacapoaxtla, Pue. y después de un recorrido de 7 km se une al colector a 1 000 m de elevación y a 3.5 km aguas abajo de la confluencia del arroyo La Gloria. Sobre este afluente se encuentra la planta hidroeléctrica Xilita. Respecto al arroyo Santalaco su origen se sitúa a 4 km al este de Zacapoaxtla, a 2 500 m de altitud cruzando por una topografía abrupta.

La corriente principal cambia su curso al norte, por un angosto cañón; después de flanquear la zona abrupta del cerro San Cristóbal a 2 km se encuentra la presa La Soledad, que almacena agua del río Apulco, así como la del arroyo Dos Ríos y del río Galapa, derivadas y conducidas hasta la presa para ser utilizadas aguas abajo en la generación de energía eléctrica, en la planta Mazatepec. A 6 km aguas abajo confluye por su margen derecha el río Xiucayucan, donde el colector inicia su descenso por una zona abrupta de aproximadamente 15 km hacia la planicie costera, lugar donde la corriente recibe los afluentes más importantes.

Al iniciar su recorrido por la planicie costera el río Apulco recibe por su margen derecha al arroyo La Aurora y por su margen izquierda la afluencia del río Cuichat. Otros afluentes de importancia del río Apulco, que afluyen por su margen izquierda, son los ríos Tecuantepec y Laxaxalpan, que tienen como subafluente al río Necaxa. Los afluentes antes descritos confluyen al colector en la planicie costera y a partir de esta zona a la corriente se le conoce con el nombre de río Tecolutla. En el curso bajo por su margen derecha recibe las aportaciones del arroyo Mexonate y río Joloapan. Éste nace con el nombre de río El Encanto al sureste de Mexcalcuahutla, Pue., a 1800 m de altitud; aguas abajo se le conoce con el nombre de río Acateno, continúa su trayectoria al noreste como río Rancho Viejo, cambiando posteriormente su nombre a río Joloapan. El colector continúa

su recorrido hacia el ENE a través de la planicie costera, pasa por Gutiérrez Zamora y cerca de su desembocadura afluyen a él por la margen derecha el río Chichicatzapa y el estero Ostiones, finalmente descarga sus aguas al Golfo de México por la Barra de Tecolutla. Entre la Barra de Tecolutla y Nautla se encuentra el arroyo Solteros que desemboca al Golfo de México a la altura de la Barra de Riachuelos.

Aprovechamientos hidráulicos. En esta cuenca se construyeron los primeros aprovechamientos hidráulicos de importancia en nuestro país, sobre el río Necaxa se encuentra el sistema hidroeléctrico Necaxa, que pertenece a la compañía de Luz y Fuerza Motriz. Este sistema está integrado por tres divisiones: la primera está formada por los vasos altos como son Los Reyes y Laguna. En la segunda división se localiza la presa Acatlán que se ubica al oriente de la población de Huachinango, Pue. En cuanto a la tercera división ésta se integra principalmente por las presas Necaxa, Tenango y Nexapa

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

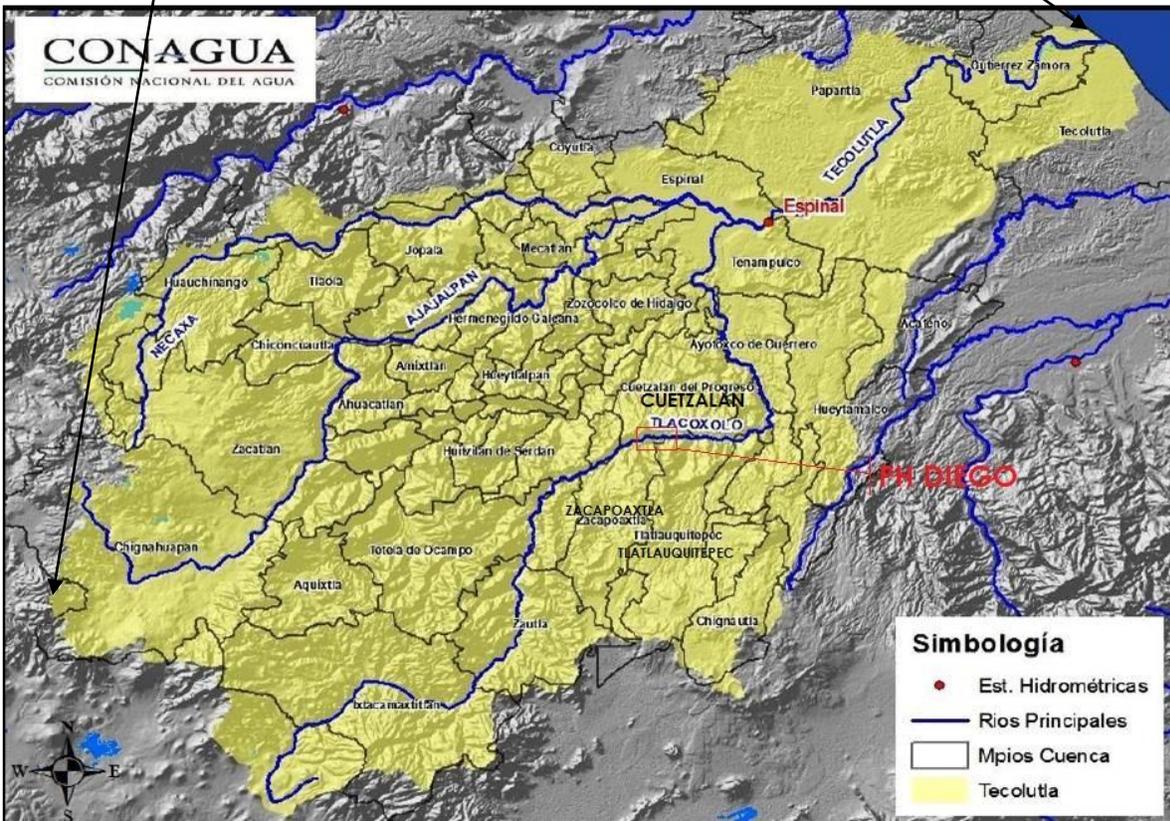
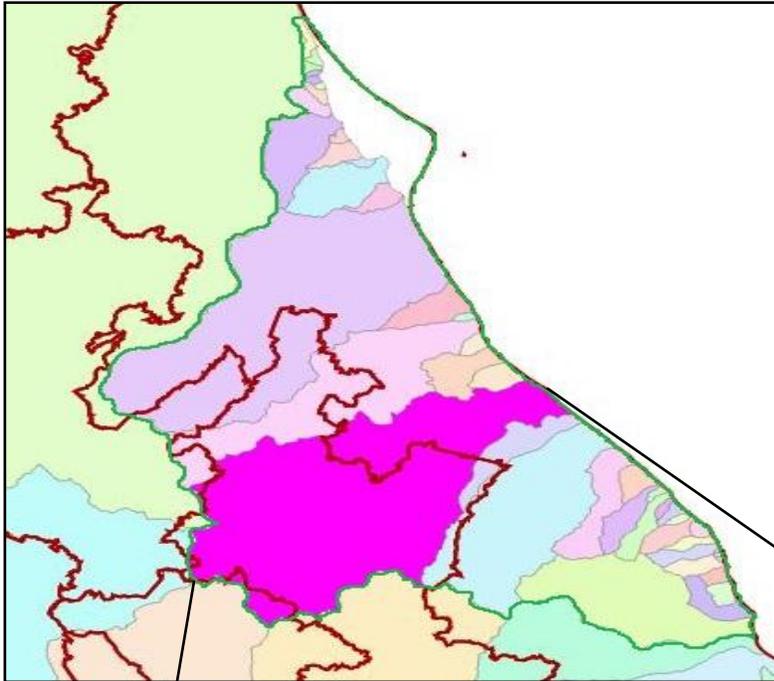


Imagen 4.12. Cuenca B del Río Tecolutla.

Subcuenca “e” del Río Apulco.

La subcuenca del Río Apulco se extiende en la vertiente septentrional de la Sierra Madre Oriental en el estado de Puebla, con una superficie de 3,167.17 km² y una longitud del cauce principal de 121.94 km. La subcuenca está ubicada al norte del estado, su contorno tiene una forma oval inclinada, cuyo extremo derecho apunta hacia Veracruz (noreste) y el izquierdo a Tlaxcala (suroeste), es otra subcuenca de los ríos que desembocan en el Golfo de México, y que se caracterizan por sus rápidos y caídas.

Desde el punto de vista legal y en virtud de que el río Apulco es una corriente permanente, se declaró como propiedad de la Nación en octubre de 1918, considerando su origen en el municipio de Ixtacamaxtitlán hasta su desembocadura con el río Tecuantepec o Zempoala (DOF, 1918).

El río principal (Apulco) en su recorrido por el estado de Puebla atraviesa los municipios de Ixtacamaxtitlán, Zautla, Tetela de Ocampo, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Juárez, Nauzontla, Cuetzalán del Progreso, Tlatlauquitepec, Hueyapán, Ayotoxco de Guerrero, Zoquiapan, Tenampulco y Filomeno Mata (Veracruz). En la cuenca del río Apulco, una vez que han sido delimitados los parteaguas, con la ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG) Arcview 3.2 y del Simulador SIATL, se obtuvo el orden de ésta a través del MDE, resultando del orden de 6 para el sitio

correspondiente al SAR donde se ubica el proyecto. Se observa el orden de las corrientes para dicho sitio.

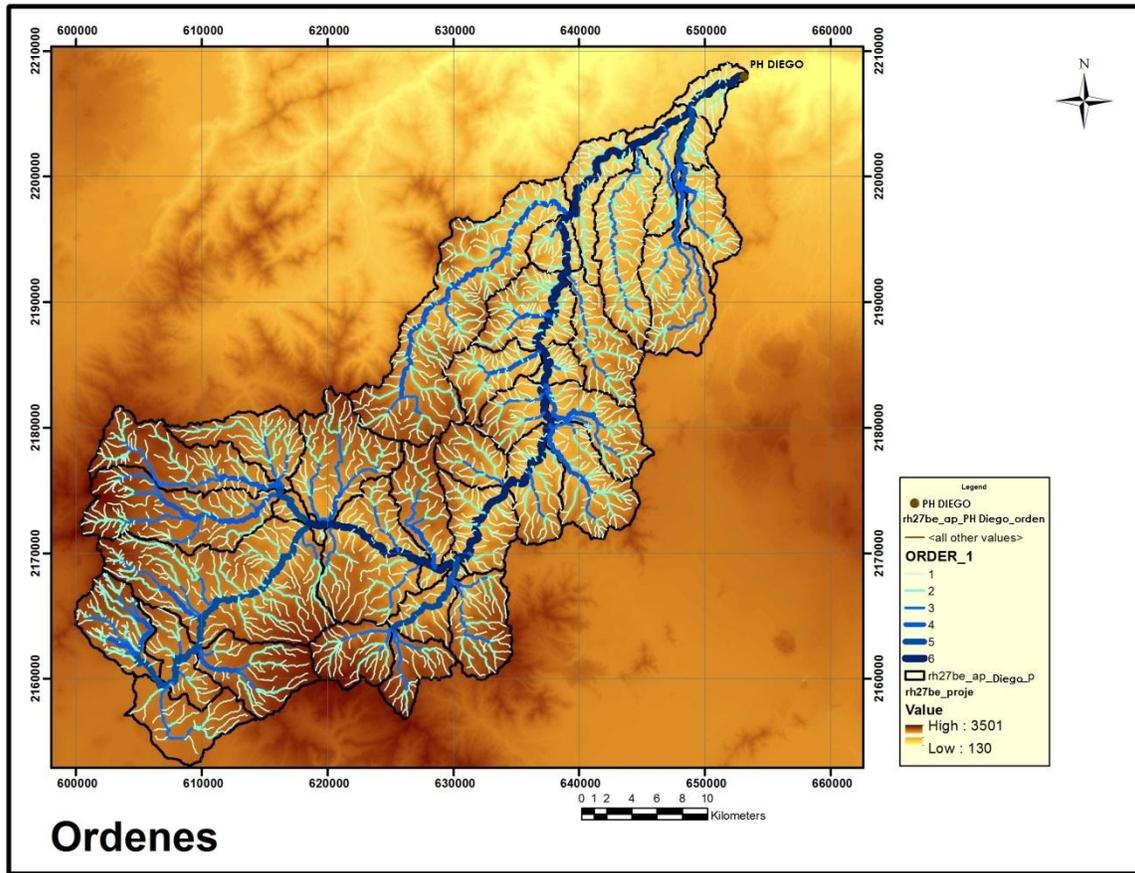


Imagen 4.13. Orden de las corrientes en el SAR para el proyecto.

Al ser las corrientes que reciben la mayor cantidad de corrientes tributarias se estudian para conocer en donde probablemente se presentará la mayor de acumulación de volumen de agua. Con la ayuda del MDE, del SIG ArcView 3.2 y del SIATL, se calcularon las longitudes de las corrientes principales y sus pendientes para ambos sitios por el método Taylor-Schwarz.

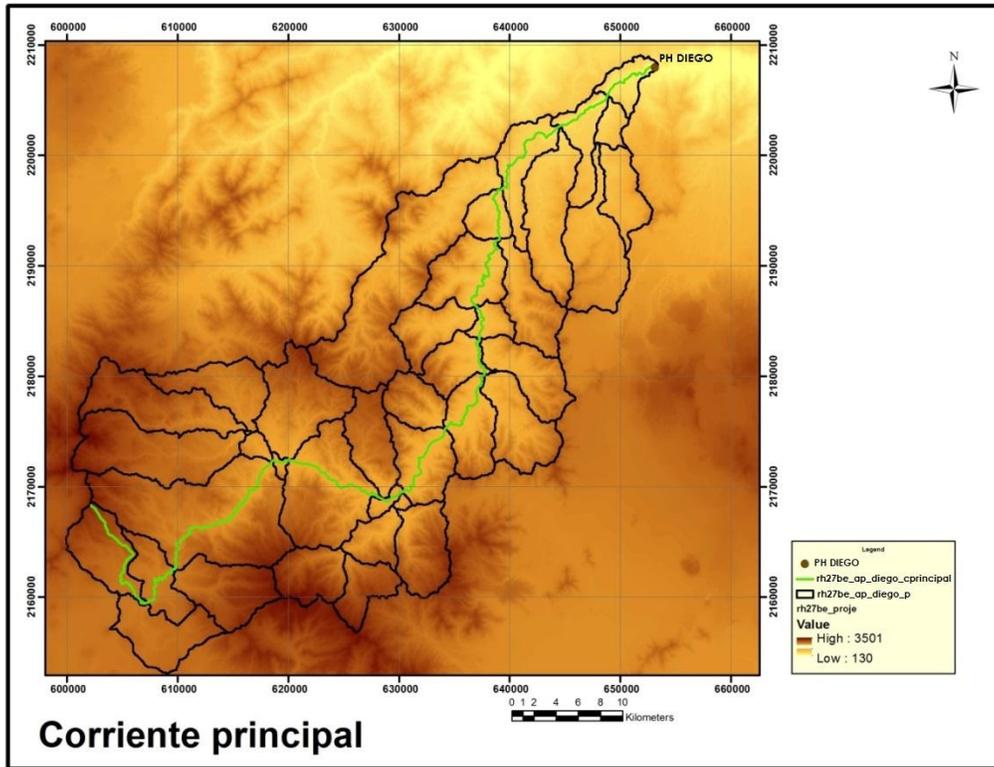
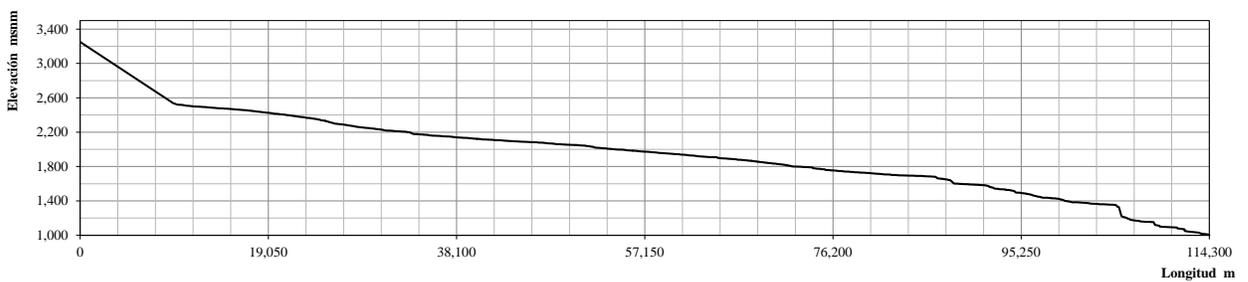


Imagen 4.14. Corriente principal de la cuenca de aportación en el SAR, para el proyecto.



Gráfica 4.1. Perfil del cauce principal de la cuenca de aportación para el proyecto.

Tabla 4.4. Longitud y pendiente del cauce principal del proyecto.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Sifio	Longitud (km)	Pendiente (decimales)
PH DIEGO	114.300	0.01190

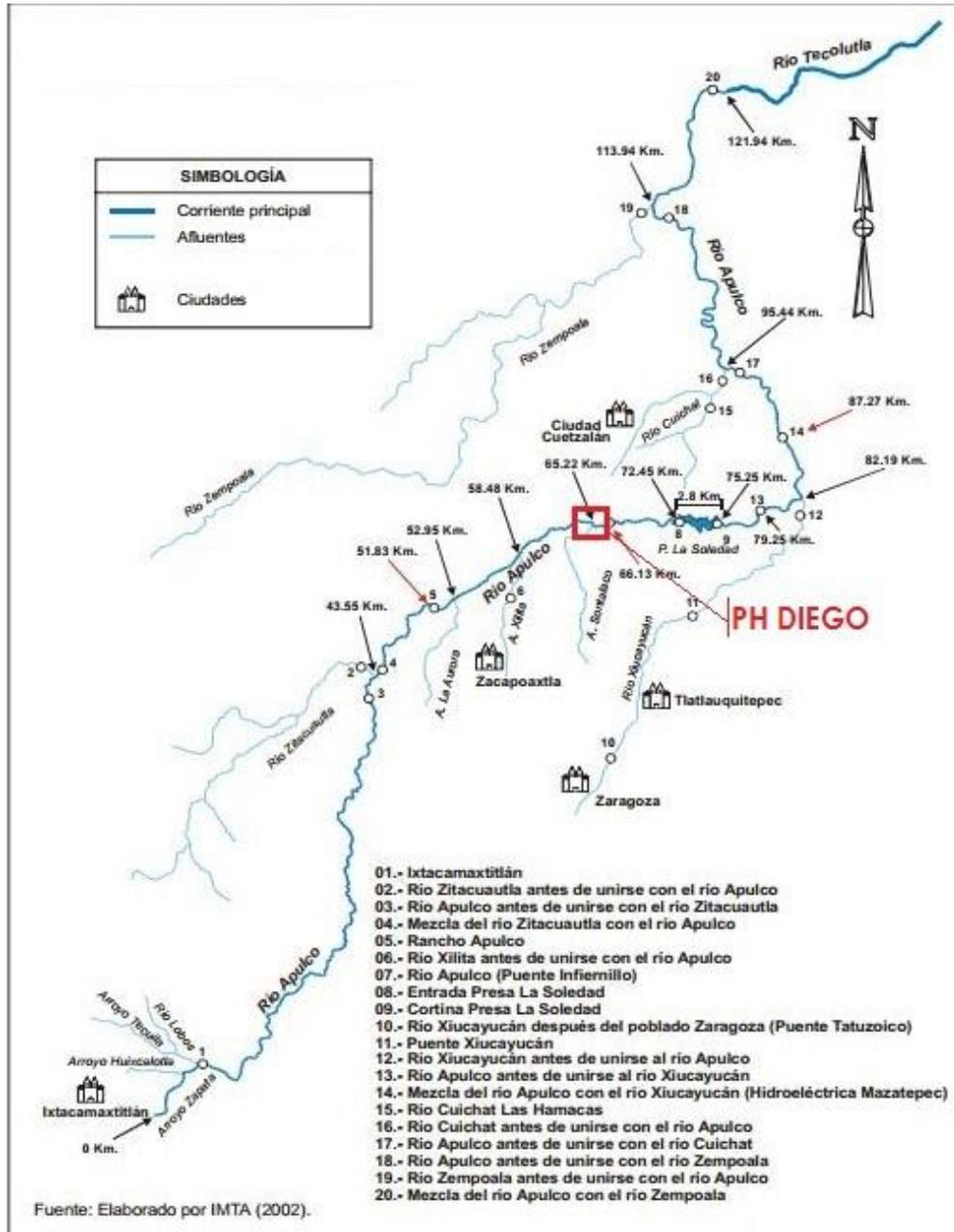


Imagen 4.15. Principales causas de agua en la Subcuenca del SAR.

De lo anterior, para el área de SAR definido, el orden de los afluentes corresponde al siguiente:

- Primer afluente: Río Tecolutla.
- Afluente Primario: Río Apulco.
- Afluente secundario: Río Cuichat.
- Afluente secundario: Río Zempoala.

De acuerdo a la SRH, 1969, el río Apulco tiene su origen a partir del arroyo Zapata que nace a una elevación de 3500 m.s.n.m. y a 20 Km. al norte de Huamantla de Juárez, Tlax., el cual recibe ya en el estado de Puebla por su margen izquierda a los arroyos Huixcalotla y Los Lobos siendo que a partir de esta confluencia recibía el nombre de río Coyuca.

Posteriormente su curso se desarrolla desde 2200 m de altitud en el estado, donde recibe por la margen izquierda el arroyo San José y por la derecha el Texocuixpan; en este sitio estrictamente el colector cambia su nombre a río Apulco. El arroyo la Gloria se une al colector general a una elevación de 1460 m.s.n.m. después de un corto recorrido desde su nacimiento de 13 Km. al norte de Zacapoaxtla y 2500 m de altitud. Antes de su confluencia con el río Apulco se localizaban las estaciones hidrométricas La Gloria sobre el arroyo del mismo nombre y Rancho Apulco sobre la corriente principal y a poca distancia aguas abajo de la confluencia, se situaba la estación Apulco-La Gloria.

La corriente principal recibe por su margen derecha otros dos afluentes de importancia que son: Xilita y Sontalaco. El primero nace en el cerro Caculco a 2500 m.s.n.m. a 2 Km. al oeste de Zacapoaxtla, Puebla y

después de un recorrido de 7 Km., se une con el colector a 1000 m de elevación y a 3.5 Km. aguas abajo de la confluencia del arroyo La Gloria.

Respecto al arroyo Sontalaco su origen se sitúa a 4 Km. al este de Zacapoaxtla a 2500 m.s.n.m.; su curso transcurre en zonas de topografía abrupta en las que la precipitación es superior a los 2000 mm. Antes de su desembocadura se localizaba la estación hidrométrica Sontalaco y sobre el colector, a 500 m aguas arriba de la confluencia, la estación Buenos Aires.

El curso de la corriente principal cambia hacia el norte por un angosto cañón después de flanquear la zona abrupta del cerro de San Cristóbal y aproximadamente a 2 Km. de distancia se encuentra la presa La Soledad, que almacena aguas del río Apulco, así como las del arroyo Dos Ríos y del río Calapa, derivadas y conducidas hasta la presa para ser utilizadas aguas abajo en generación de energía hidroeléctrica en la planta de Mazatepec, a 7 km aguas arriba de dicha presa se localizará el nuevo proyecto hidroeléctrico.

Cercana a la presa se localizaba sobre el colector la estación Tecruz a 6 Km aguas abajo de ésta, la estación Las Minas a la altura de la confluencia por margen derecha del río Xiucayucan cuyo caudal se medía en la estación hidrométrica denominada como las Minas Xiucayucan. A 6 km aguas abajo nace un efluente con el nombre de río Huaxtla en el parteaguas con la Región Hidrológica No. 8 a una elevación de 2550 m y 5 Km. Al sureste de Zaragoza. Después de esta confluencia el río inicia su descenso por una zona abrupta de aproximadamente 15 Km. hacia la planicie costera, lugar en donde la corriente recibe sus afluentes más importantes.

Al reiniciar su recorrido sobre la planicie, el río Apulco recibe por margen derecha al arroyo La Aurora y por su margen izquierda la afluencia del río Cuichat que nace en la sierra de Puebla a 1450 m.s.n.m. a 5 Km. al sur de Cuetzalán y que desemboca en las proximidades de Mazatepec a 150 m de altitud. En el curso confluyen de este río recibe por su margen derecha los arroyos El Rosario, Zacapoxteco, San Carlos, Santa Rosa y Comatl y por la izquierda el río Coatinchan.

Otro tributario de importancia del río Apulco que ingresa por su margen izquierda es el río Zempoala o Tecuantepec. Esta corriente nace a 10 Km al suroeste de Aquixtla, Puebla, a una elevación de 2700 m. Su cauce sigue rumbo noreste por terrenos de topografía sumamente accidentada; a 25 Km. de su origen cambia su rumbo hacia el norte; cruza el límite de los estados de Puebla y Veracruz. Finalmente continúa su flujo hacia el noreste y afluye por la margen izquierda al río Apulco, colector general.

Los afluentes antes descritos confluyen al colector en la planicie costera y a partir de esta zona la corriente se conoce con el nombre de río Tecolutla.

La evaluación de calidad del agua de este diagnóstico fue realizada desde un punto ubicado 400 m después de la confluencia del arroyo Zapata con el arroyo los Lobos hasta después de la confluencia de los ríos Zempoala y Apulco, frente al poblado conocido como "El Chacal".

De acuerdo a su declaratoria como propiedad nacional, se puede decir que se generó información de prácticamente todo el río bajo estudio y de sus afluentes más importantes.

El escurrimiento varía, aunque en general se estima entre un intervalo de 10 a 20% dadas las fuertes pendientes que predominan en la zona, aún cuando exista una cubierta de vegetación espesa. En las zonas deforestadas, que desafortunadamente van en aumento, llega a ser hasta del 30%. Esta situación provoca efectos negativos inmediatos, como son: la erosión del suelo, azolve de bordos y presas, así como el recrudecimiento de los efectos de las inundaciones durante los intensos períodos de lluvias, especialmente los relacionados con la presencia de huracanes (INEGI, 2000).

De acuerdo al Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, BANDAS (CNA-IMTA, 2000) los registros durante 20 años (1958-1978) en la estación hidrométrica de la Comisión Nacional del Agua denominada como "Rancho Apulco", indican que se tiene un caudal promedio para la parte alta de 2.95 m³/s con máximos y mínimos promedio de 36.76 y 2.14 m³/s con un escurrimiento total promedio de 121.7 millones de m³ al año. Para la cuenca baja en el sitio ubicado después de la confluencia del río Apulco con el Zempoala (Apulco – Chacal), se registran valores de caudal medio de 52.3 m³/s con un volumen de escurrimiento anual de 2,158.64 millones de m³ al año.

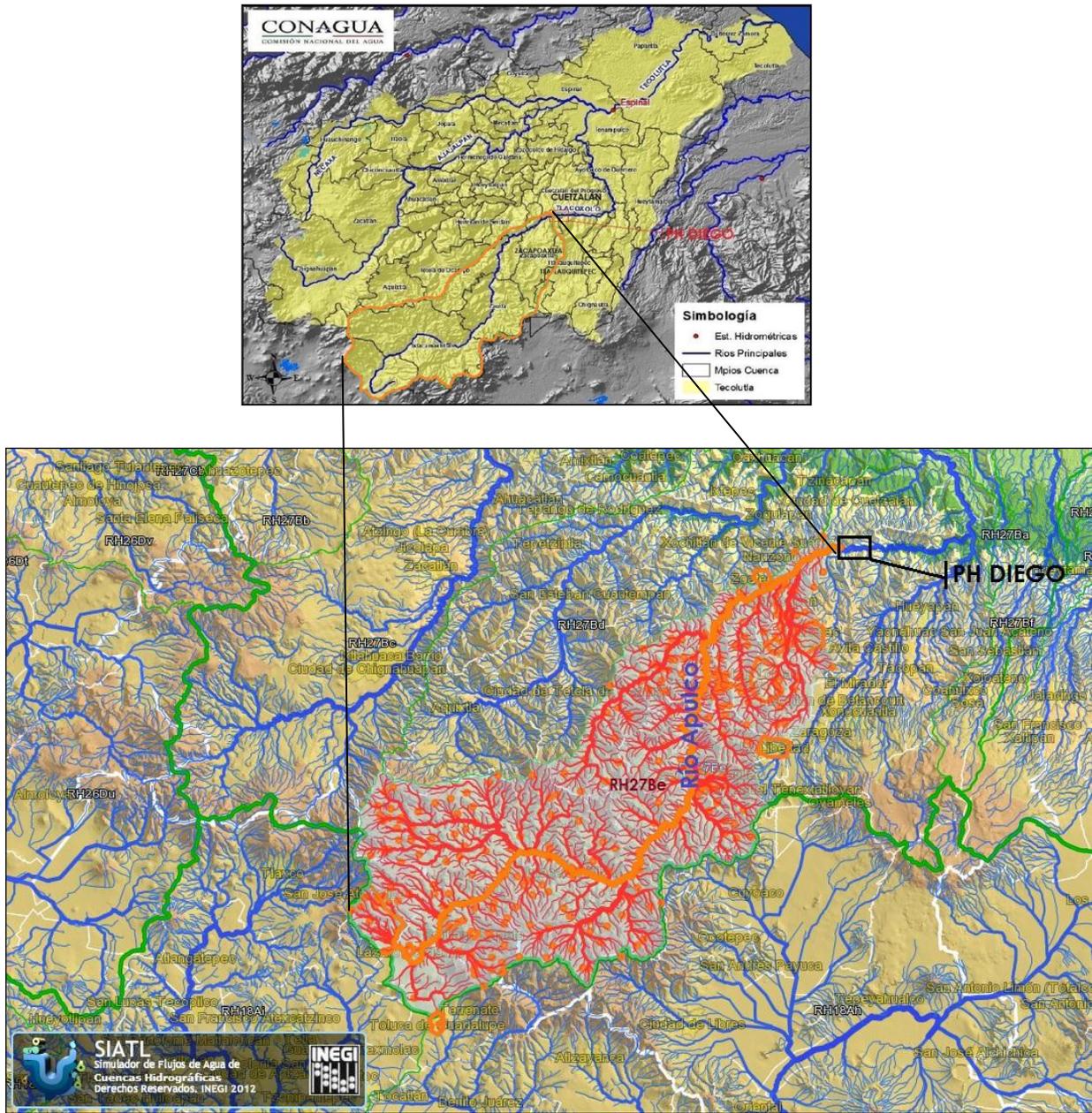


Imagen 4.16. Subcuenca e Río Apulco y el sitio del proyecto.

Estación 27021 “Rancho Apulco”.

La estación 27021 se encuentra aproximadamente a 1 km aguas arriba del rancho San Juan Apulco, ubicada en el municipio de Zacapoaxtla, estado de Puebla; en las coordenadas 19° 55' 24'' de latitud norte y 97° 36' 48'' en la longitud oeste, se encuentra aproximadamente a 1,800 m aguas arriba del sitio definido para la captación del proyecto. En la para la captación del proyecto.

Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** se presentan los gastos medios mensuales registrados en la estación hidrométrica, y que se trasladaron al sitio definido para la captación del proyecto.

Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5.**

Registro de gastos medios mensuales en la estación 27021, Rancho Apulco

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1945												3.63	3.63
1946	3.22	3.03	2.71	3.01	3.34	4.90	3.71	3.06	3.94	8.73			3.96
1947											6.95	3.21	5.08
1948	2.29	2.02	1.82	1.91	3.64	5.69	5.39	2.71	7.68	4.02	2.80	1.96	3.49
1949	1.73	1.59	1.58	1.46	2.20	4.67	2.90	3.09	10.20	4.70	2.65	2.25	3.25
1950	2.00	1.91	2.03	2.43	3.01	4.96	3.21	2.89	3.64	3.34	3.28	2.02	2.89
1951	1.54	1.68	1.51	1.23	4.54	6.51	6.26	6.90	6.47	6.79	1.86	1.86	3.93
1952	2.00	1.76	1.41	2.30	3.42	17.14	6.67	6.22	25.17	18.15	8.69	4.14	8.09
1953	3.05	2.43	2.11	2.10	2.11	3.88	4.16	5.44	10.56	10.50	5.30	2.50	4.51
1954	1.96	1.97	1.64	1.71	2.57								1.97
1955													
1956										9.72	5.28	4.04	6.35
1957	3.59	3.79	2.73	3.05	4.92	3.20	3.21	3.30	4.75	3.81	3.07	2.28	3.48
1958	3.10	1.89	1.75	2.00	5.15	4.76	11.59	7.88	20.91	19.28	6.82	3.61	7.39
1959	2.26	1.26	2.08	2.62	2.62	12.36	11.68	10.97	11.70	15.22	5.99	2.81	6.80
1960	2.45	1.89	1.72	1.62	1.90	2.92	3.04	4.06	5.98	2.69	2.32	1.75	2.69
1961	1.56	1.36	1.30	1.14	1.17	4.98	7.10	4.29	5.79	7.19	8.24	2.23	3.86
1962	1.68	1.70	1.57	2.38	1.76	2.72	2.54	2.83	4.29	4.79	1.72	1.46	2.45
1963	1.30	1.23	1.19	1.21	1.82	4.94	14.67	4.46	3.97	4.60	3.79	2.09	3.77
1964	1.78	1.48	1.36	1.35	2.57	4.31	3.22	2.60	2.86	3.31	3.00	2.67	2.54

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1965	2.02	1.68	1.49	1.45	2.18	2.89	3.93	11.29	4.44	7.27	3.78	2.03	3.70
1966	1.70	1.52	1.91	2.15	3.13	5.87	6.27	7.90	13.23	8.44	3.94	2.50	4.88
1967	2.51	1.84	1.54	2.17	2.89	2.78	3.01	3.61	12.54	5.83	2.66	2.02	3.62
1968	1.56	1.67	1.30	2.29	2.60	6.13	5.39	4.04	8.08	5.41	2.35	2.53	3.61
1969	2.10	1.71	1.58										1.79
1970	2.75	2.62	2.42	2.27	2.45	5.46	2.96	6.44	8.52	4.54	2.08	1.57	3.67
1971	1.42	1.40	1.39	1.53	2.10	4.31	4.51	6.08	6.72	12.14	7.99	3.60	4.43
1972	2.58	1.99	1.85	2.05	2.41	7.27	4.76	7.31	6.79	5.45	3.66	2.37	4.04
1973	1.73	2.02	1.91	2.15	2.24	5.67	11.04	14.26	12.15	6.49	3.95	3.50	5.59
1974	2.59	2.24	2.45	2.27	1.92	7.86	14.58	5.41	23.78	18.65	6.08	3.94	7.65
1975	3.25	2.78	2.00	1.83	3.45	7.42	9.97	6.24	13.62	11.49	4.13	3.10	5.77
1976	2.70	1.99	1.63	2.51	2.93	5.56	14.38	9.79	12.30	20.35	5.30	4.04	6.95
1977	2.79	2.39	2.07	1.82	2.09	2.66	3.35	3.96	17.75	20.74			5.96
1978	1.44	1.35	1.86	1.16	1.10	12.41	13.54	14.81	4.30	2.71	2.29	1.69	4.89
Prom	2.22	1.94	1.80	1.97	2.70	5.87	6.68	6.14	9.72	8.84	4.28	2.67	4.52

Estación 27052 "Buenos Aires".

La estación 27052 se encuentra a 700 m aguas arriba de la afluencia del arroyo Sontolaco y a 11 km al noreste de Zacapoaxtla, en el municipio de Tlatlauquitepec, estado de Puebla; en las coordenadas 19° 58' 00'' de latitud norte y 97° 32' 24'' en la longitud oeste, se encuentra aproximadamente a 7,300 m aguas abajo del sitio definido para la captación del proyecto. En la tabla 4.6 se presentan los gastos medios mensuales registrados en la estación hidrométrica, y que se trasladaron al sitio definido para la captación del proyecto.

Tabla. 4.6. Registro de gastos medios mensuales en la estación 27052, Buenos Aires

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1962									10.06	11.39	5.35	4.82	7.91
1963	3.43	3.16	2.38	2.30	2.92	5.01	20.34	7.76	11.06	9.61	8.31	4.28	6.71
1964	3.33	2.73	2.25	2.12	3.55	7.76	6.62	4.19	4.59	10.45	7.34	7.18	5.18
1965	4.56	2.92	2.37	2.98	3.52	6.37	7.25	16.95	7.99	15.70	7.48	3.02	6.76

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1966	2.38	2.63	2.83	2.78	3.66	10.80	15.06	13.29	35.25	19.05	8.68	4.64	10.09
1967	4.16	3.24	2.72	2.90	4.19	4.78	4.06	5.58	26.62	12.33	6.49	4.69	6.81
1968	3.32	3.16											3.24
1969	4.28	3.02	2.41	2.45	1.95	2.93	7.36	27.91	51.00	15.66	7.39	5.00	10.95
1970	3.61	3.86	2.80	2.48	3.05	7.22	6.45	13.54	16.86	12.65	4.39	2.80	6.64
1971	2.77	2.68	2.82	3.61	2.96	5.47	6.48	8.83	10.67	24.97	23.74	4.95	8.33
1972	3.52	3.03	3.45	2.62	2.93	18.61	12.31	16.01	11.89	9.79	7.02	4.86	8.00
1973	3.25	3.05	2.53	1.48	2.37	6.67	17.32	23.54	18.21	13.94	6.46	6.46	8.77
1974	3.60	2.89	2.40	2.43	2.32	27.06	23.07	7.35	59.59	28.15	11.30	7.35	14.79
1975	5.21	4.45	3.20	2.85	4.48	10.45	12.86	11.00	34.82	36.87	9.02	7.96	11.93
1976	10.03	6.81	4.52	4.30	4.69	13.03	22.26	14.33	21.62	33.14	10.98	6.16	12.66
1977	4.41	3.88	2.93	2.74	3.21	4.55	5.93	5.90	6.30	9.79	6.07	3.91	4.97
1978	2.73	2.37	2.86	1.96	1.76	9.76	6.78	11.59	22.13	24.87	10.65	4.73	8.52
1979	3.93	3.70	2.88	3.62	2.75	8.52	7.03	18.43	51.44	10.67	9.94	5.96	10.74
1980	2.74	2.38	2.87	1.94	1.76	9.76	6.78	11.59	20.56	24.86	10.65	4.36	8.35
1981	3.93	5.57	3.81	3.34	3.75	23.95	22.56	34.47	36.07	25.48	11.35	8.28	15.21
1982	4.68	4.05	3.76	3.91	4.90	3.65	4.26	4.01	15.60	17.66	7.54	4.27	6.52
1983	3.49	2.87	2.57	2.29	2.01	2.46	8.37	7.91	14.47	9.22	12.11	4.71	6.04
1984	3.67	3.03	2.44	2.10	8.18	12.39	23.60	11.20	95.98	15.43	6.35	4.83	15.77
1985	4.09	3.44	3.40	3.25	3.13	6.67	10.16	10.54	14.61	25.84	5.23	5.46	7.99
1986	4.14	3.44	2.85	2.68	3.74	12.54	6.87	3.44	3.95	10.47	14.44	3.59	6.01
1987	3.07	2.76	2.58	2.20	2.12	5.72	14.19	12.07	9.69	8.23	4.45	3.03	5.84
1988	2.89	2.76	2.50	4.46	2.59	8.17	8.20	9.04	30.96	7.56	5.08	4.60	7.40
1989	3.49	3.62	2.89	2.86	2.80	4.85	7.83	10.70	60.27	13.00	9.97	7.67	10.83
1990	4.26	3.74	3.23	3.46	3.60	3.83	11.68	13.96	25.70	14.42	9.21	7.66	8.73
1991	5.58	4.41	3.19	2.46	2.76	8.33	22.22	6.24	12.40	30.68	14.08	6.68	9.92
1992	5.84	5.96	4.53	4.69	9.51	11.20	23.25	23.25	33.42	41.63	14.04	7.03	15.36
1993	5.23	4.58	3.72	3.39	3.73	10.42	10.27	7.72	24.83	22.56	5.70	4.07	8.85
1994	3.65	3.63	3.01	3.50	3.55	5.76	3.63	8.82	9.15	7.70	3.31	3.24	4.91
1995	2.97	3.17	2.88	2.25	2.25	2.45	8.64	15.74	10.68	24.13	13.54	6.29	7.92
1996	3.97	3.12	2.85	4.17	3.03	6.32	5.91	15.99	10.24	16.75	8.61	4.34	7.11
1997	3.29	3.24	4.21	4.64	3.66	3.23	6.52	4.11	11.81	15.08	5.48	3.76	5.75
1998	2.89	2.58	2.34	1.98	1.76	2.45	4.41	7.86	26.86	47.07	15.68	6.85	10.23
1999	3.60	3.17	2.23	1.73	1.70	2.89	9.00	7.63	30.32	8.46	4.49	5.08	6.69
2000	8.36	6.06	5.16	5.24	5.53	9.06	6.81	13.21	13.08	23.85	10.20	4.36	9.24
2001	3.96	3.34	2.91	3.74	5.51	6.79	7.46	6.08	20.31	13.76	12.64	9.66	8.01

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
2002	3.52	3.59	3.09	2.77	2.58	3.40	5.54	4.30	12.73	39.27	6.75	3.88	7.62
2003	11.89	6.65	2.78	2.93	3.02	8.64	4.39	5.39	28.75				8.27
Prom	4.24	3.63	3.03	2.99	3.44	8.10	10.59	11.54	23.72	19.05	9.04	5.31	8.73

De acuerdo al Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, BANDAS (CNA-IMTA, 2000) los registros durante 20 años (1962-2003) en la estación hidrométrica 27052 de la Comisión Nacional del Agua denominada como "Buenos Aires", indican que se tiene un gasto promedio mensual de 8.73 m³/s con máximos y mínimos promedio de 23.76 y 2.99 m³/s con un escurrimiento total promedio de 121.7 millones de m³ al año.

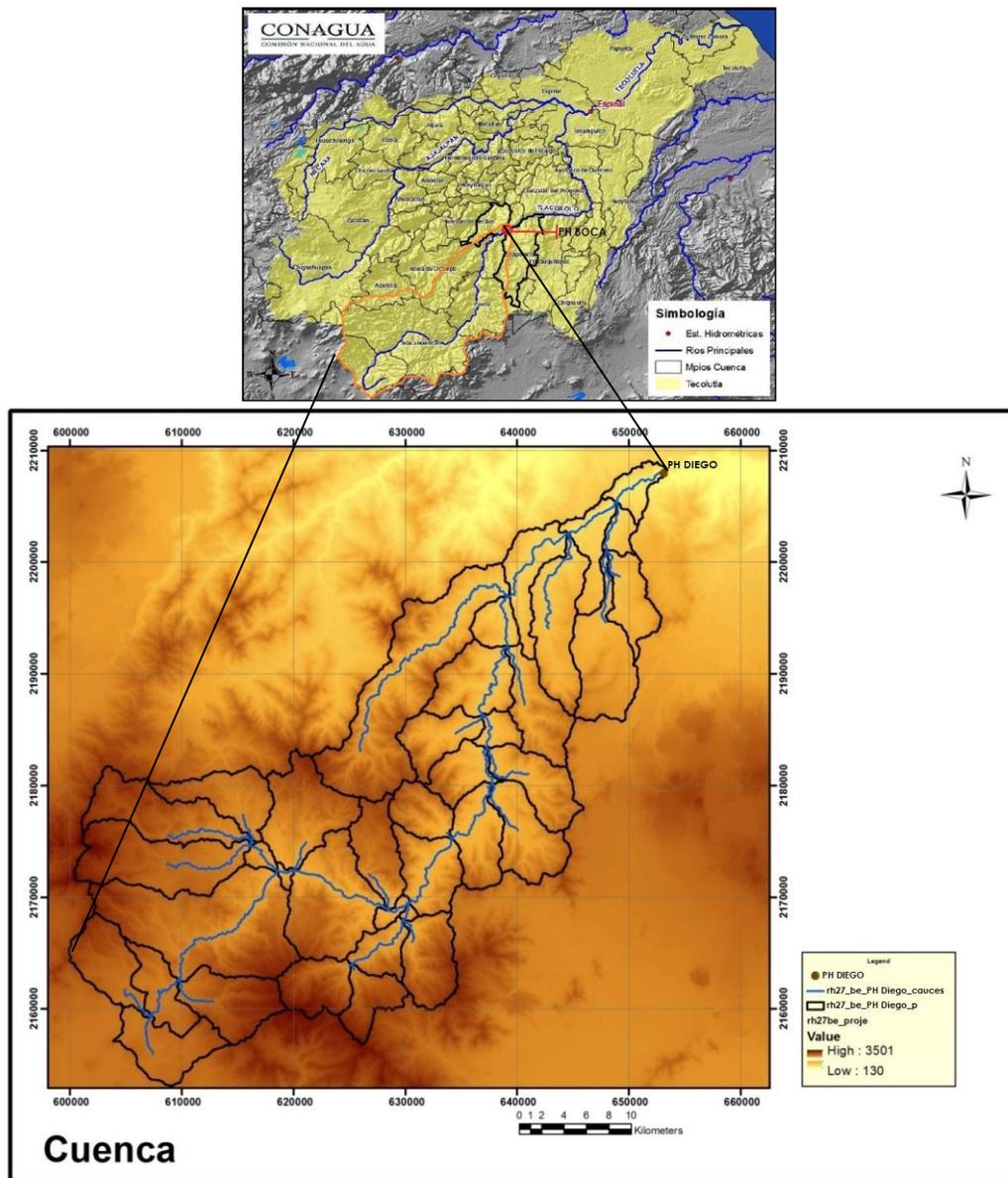


Imagen 4.17. Subcuenca “e” Río Apulco y el sitio del proyecto.

Estimación del Caudal Ecológico

La importancia de preservar las condiciones de vida se ha vuelto un tema de suma importancia para la realización de proyectos para aprovechamiento del caudal de un río, y a partir de ello surge el concepto de Caudal Ecológico.

Durante muchos años, en México, se adoptaron metodologías o relaciones para estimar de manera gruesa los caudales ecológicos; entre ellas se encuentra la propuesta por Tennant (1976), quien determinó que las condiciones de vida en un determinado sitio comienzan a degradarse cuando se alcanza un flujo inferior al 10% del flujo medio anual, el cual se asocia a una velocidad media de 0.25 m/s y una profundidad de 0.30 m.

Sin embargo, con el objetivo de mantener condiciones de equilibrio, tomando en consideración el uso del agua, importancia ecológica y la zona, las autoridades de México elaboraron una norma que permite regular la estimación del Caudal Ecológico, (NMX-AA-159-SCFI-2012).

De acuerdo con lo mencionado, y siguiendo la reglamentación establecida en la norma, se estimó el caudal ecológico para los sitios considerados para captación y aprovechamiento del agua.

En este punto cabe la aclaración referente al nivel de estudio, debido a que para un proyecto de Gran Visión, en el cual no se ha desarrollado trabajo de campo, se sugieren metodologías de ‘gabinete’.

Clasificación de las cuencas

En la siguiente Tabla, se presenta una clasificación de las cuencas hidrológicas

Tabla 4.7. Objetivos ambientales (ref. Norma NMX-AA-15-SCFI-2012)

Clave de Región Hidrológica	Nombre de Región Hidrológica	Nombre de cuenca con estudio de disponibilidad	Importancia Ecológica	Presión de uso	Estado de conservación deseado	Objetivo ambiental
27	Norte de Veracruz	Río Tuxpan	Muy Alta	Medi a	Muy bueno	A
		Llanuras de Tuzpan	Muy Alta	Baja	Muy bueno	A
		Río Cazones	Muy Alta	Baja	Muy bueno	A
		Río Tecolutla	Muy Alta	Medi a	Muy bueno	A
		Río Nautla	Alta	Medi a	Bueno	B
		Río Misantla	Baja	Baja	Bueno	B
		Río Colipa	Baja	Baja	Bueno	B
		Río Cucharas	Media	Baja	Bueno	B
		Río Tancochín	Media	Baja	Bueno	B
		Arroyo La Piedra o La Laja	Baja	Baja	Bueno	B
		Arroyo Carbajal	Alta	Baja	Muy bueno	A
Esteros Galindo	Media	Baja	Bueno	B		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Donde, A = Representa un objetivo ambiental cuyo estado o nivel de conservación deseado es Muy bueno; B = Bueno; C = Moderado; y D = Deficiente

De acuerdo con la Tabla anterior y ubicación del sitio, los sitios de estudio en el río Apulco se clasifican con un objetivo ambiental de **tipo A**.

Adicionalmente, la Norma, en su Tabla C.1, propone el criterio mostrado en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** anterior para estimación del caudal ecológico.

Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8**

Recomendaciones de % de caudales relacionados con su objetivo ecológico (ref. Norma NMX-AA-159-SCFI-2012)

Objetivo ambiental	Periodo Estiaje		Periodo Avenida	
	%EMA	% Qmi	%EMA	% Qmi
A	30%	100%	60%	50%
B	20%	80%	40%	40%
C	15%	60%	30%	30%
D	5%	40%	10%	20%

Donde

Q_{mi} Es el gasto medio mensual para el mes i , en m^3/s .

$Q_{Máx}$ Es el gasto máximo mensual del registro de gastos medios mensuales para el mes i , en m^3/s .

$Q_{Mín}$ Es el gasto mínimo mensual del registro de gastos medios mensuales para el mes i , en m^3/s .

EMA Ecurrimiento medio anual.

% Q_{mi} Es el gasto ecológico a partir del gasto medio mensual para el mes i , en m^3/s .

% EMA Es el gasto ecológico a partir del escurrimiento medio anual, en m^3/s .

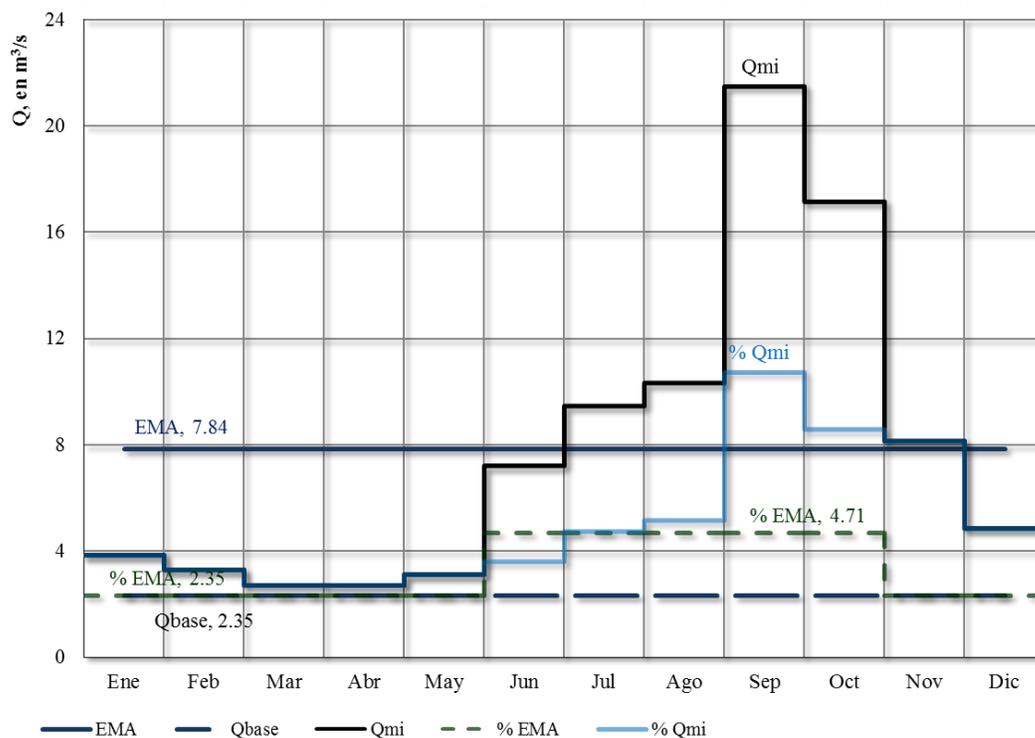
Estimación del Agua Disponible

De acuerdo con el análisis al registro de gastos medios mensuales proveniente de los registros de gastos medios diarios, se determinaron los periodos de estiaje y de avenidas para los proyectos en el río Apulco, se obtuvieron los gastos presentados en la siguiente tabla para estimación del caudal ecológico.

Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..9**

Estimación de caudal ecológico para el proyecto.

Gastos, en m^3/s	Estiaje					Avenidas					Estiaje	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Q_{mi}	3.83	3.28	2.73	2.71	3.10	7.18	9.45	10.31	21.51	17.16	8.14	4.85
Q_{Max}	10.74	6.16	4.66	4.73	8.59	24.44	21.32	31.14	86.71	42.52	21.45	8.72
Q_{Min}	2.15	2.14	2.01	1.34	1.54	1.95	3.28	3.10	3.57	6.83	2.99	2.53
EMA	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84
% EMA	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	2.35	2.35
% Q_{mi}	3.83	3.28	2.73	2.71	3.10	3.59	4.73	5.16	10.76	8.58	8.14	4.85
Q_{base}	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35



Gráfica 4.2. Estimación del caudal ecológico para el proyecto.

e. Aire.

Para el SAR, la calidad del aire se puede considerar buena; sin embargo, no existen registro y análisis de información de base de este componente en la zona del proyecto, en este sentido, se considera que el tipo de proyecto del que se trata (presa hidroeléctrica) por su naturaleza no generará emisiones que alteren la calidad del aire en el sistema ambiental donde pretende establecerse.

Es importante señalar que el tipo de proyectos que ocasionan impactos a este componente llamado aire, son comúnmente centrales termoeléctricas, algunos tipos de minas, obras de extracción de

hidrocarburos, sistemas de carreteras entre otros, mismos que no contempla el proyecto.

Si bien es cierto, durante la etapa de construcción del referido proyecto, si se generaran polvos, partículas, gases por el movimiento de tierra y de la maquinaria existente, sin embargo estas actividades serán temporales y no permanentes, por lo que en el capítulo VI se prevé las medidas de mitigación correspondientes para minimizar el impacto a la atmosfera por estas actividades.

IV.2.2.2 Medio biótico

La subcuenca del Río Apulco, cuenta con una superficie de 3,167.17 km², la cual aún conserva un variado mosaico de ambientes y comunidades vegetales, entre las que destacan los bosques mesófilos de montaña, bosques de pino-encino y remanentes de selva, vegetación de galería, pastizales, cultivos, todos estos territorios se caracterizan por la presencia de ecosistemas de gran riqueza biológica, que además, brindan numerosos servicios ambientales imprescindibles para el equilibrio regional, como es la producción y retención de agua, la formación y conservación del suelo, la protección de la población frente a inundaciones y deslaves, además de ser el hábitat de numerosas especies endémicas y otras de importancia global.

Desde la parte más alta hasta la más baja, la explotación de los recursos forestales ha sido a favor del enriquecimiento ilícito de taladores "clandestinos", por lo que estos recursos también han sido disminuidos a favor de la agricultura y de la ganadería.

El proceso expansivo de la ganadería compite con el sector agrícola por el uso de la tierra. Los problemas que resultan de lo anterior repercuten en el cambio constante del uso del suelo originando pérdida de la biodiversidad, deforestación, erosión, contaminación de agua y suelo y contribuyendo al cambio climático.

La flora y la fauna están directamente asociadas a la existencia de condiciones climáticas favorables y a la abundancia de los recursos forestales. En estos términos, si éstos últimos han disminuido notablemente, es lógico afirmar que los primeros también lo han hecho. Con todo, existen áreas dentro de la subcuenca que mantienen una riqueza importante en flora y fauna, principalmente aquellas donde la altitud les permite mantener una considerable humedad.

Existen indicios de que en las actividades agrícolas, se ocupan insumos y materias primas contaminantes, que frecuentemente afectan a los ecosistemas, como es el uso de agroquímicos y fertilizantes que producen modificaciones en las características naturales de los suelos, alteran su ecosistema, eliminan la materia orgánica y empobrecen su contenido nutrimental.

La combinación de los procesos de deforestación, sequía y aguaceros intensos, y la introducción de vías de comunicación, han conducido a la creación de escenarios propicios para los riesgos de derrumbes de cerros y laderas. Es preciso señalar como marco de estos escenarios el cambio impremeditado del uso de suelo que agrupa las características particulares ya señaladas anteriormente.

En efecto, las tierras destinadas a los pastizales para ganado vacuno avanzan rápidamente desde el municipio de Cuetzalan llegando hasta la comunidad de Mazatepec perteneciente al municipio de Tlatlauquitepec en la parte nororiental de la subcuenca, y hasta Huahuaxtla que pertenece al municipio de Xochitlán en la parte noroccidental.

También puede observarse la pérdida de los bosques en la parte donde los potreros y la agricultura abarcan extensiones importantes, desde la cabecera municipal de Cuetzalan, pasando por Santiago Yancuitalpan, hasta la comunidad de Xiloxochico, pertenecientes al mismo municipio. Debe considerarse que desde la comunidad de Huahuaxtla se observa que los potreros ya se localizan en ambos lados del río Apulco y continúan su avance sobre territorio de los municipios de Xochiapulco y Zacapoaxtla.

En la misma región, desde La Gloria, exactamente desde la caída de agua conocida como “La Olla”, el río Apulco se encañona, y a partir de este lugar hasta Mazatepec existen abundantes recursos en bosques, flora y fauna distribuidos en extensiones variadas en ambos lados del río.

En efecto, la superficie con abundancia de recursos forestales se incrementa conforme el río va descendiendo hacia la presa de La Soledad --que alimenta a la planta hidroeléctrica de Mazatepec-- encontrándose, entre las comunidades de Tahitic, San Agustín Chachaltzín, La Unión, Tetelilla y Mazatepec, resaltando la vegetación mesófila de montaña que se localiza a una altitud de mil 300 a mil 500 msnm, y el bosque tropical perennifolio a una altitud de 350 msnm.

Por encima de la cota de los mil 500 se localizan las mayores concentraciones de población, tanto de la región media como de toda la subcuenca; es también la región donde se encuentran las mayores extensiones de tierras dedicadas a la agricultura y la fruticultura combinadas con algunos bosques que se encuentran distribuidos en toda la región, aunque la mayor concentración se localiza en el municipio de Xochiapulco y en la parte occidental del municipio de Zacapoaxtla.

En efecto, esta zona de bosque se inicia desde el territorio de Xochiapulco ubicado en la región alta de la subcuenca y se prolonga a lo largo del territorio del mismo municipio por toda la región media donde se localiza a uno y otro lado del río Apulco. Hacia la parte occidental del mismo río y de la subcuenca el bosque se extiende pasando por la comunidad de Juan Francisco Lucas perteneciente al municipio de Zautla hasta alcanzar altitudes del orden de los 2 mil 500 msnm hasta la comunidad de Vista Hermosa en dirección a la microcuenca del río Citlalcuautla, río que al igual que el Apulco tienen una calidad de agua aceptable para diversos usos. Hacia el norte el bosque se prolonga hasta alcanzar los límites con el municipio de Xochitlán en dirección a la junta auxiliar de Huahuaxtla del mismo municipio.

En las mismas altitudes y en esta misma zona pero hacia el oriente el bosque tiene sus límites en las montañas que rodean el valle del ejido La Libertad que se localiza al norte de San Miguel Tenextatiloyan; se extiende hacia el norte hasta alcanzar los límites con el municipio de Zacapoaxtla y continúa hasta llegar a La Gloria, en donde confluyen los límites de los municipios de Xochiapulco, Zacapoaxtla y Nauzontla.

Vegetación terrestre: La subcuenca del Río Apulco, cuenta con una superficie de 3,167.17 km², la cual aún conserva un variado mosaico de ambientes y comunidades vegetales, entre las que destacan los bosques mesófilos de montaña, bosques de pino-encino y remanentes de selva, vegetación de galería, pastizales, cultivos, todos estos territorios se caracterizan por la presencia de ecosistemas de gran riqueza biológica, que además, brindan numerosos servicios ambientales imprescindibles para el equilibrio regional, como es la producción y retención de agua, la formación y conservación del suelo, la protección de la población frente a inundaciones y deslaves, además de ser el hábitat de numerosas especies endémicas y otras de importancia global.

La vegetación que se desarrolla en la zona de estudio del proyecto hidrológico corresponde, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), INEGI, CONAFOR, UNAM, Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Cuetzalan, subcuenca del río Apulco, identificándose claramente diversos tipos de vegetación tal y como se señalan en la siguiente tabla, así como en la imagen se presenta la distribución en el área de influencia de los usos de Suelo.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Tabla 4.10. Distribución de uso de suelo en la subcuenca del proyecto, (INEGI).

USO DE SUELO	%	Área(m ²)
Agricultura de Temporal	18.47%	243,390,086.23
Agricultura de Temporal, Pastizal inducido	16.66%	219,527,140.10
Área Urbana	0.03%	419,282.33
Bosque de Oyamel	4.46%	58,720,258.84
Bosque de Pino	10.96%	144,440,752.34
Bosque de Pino-Encino	31.29%	412,277,882.94
Bosque de Tascate	7.85%	103,470,577.30
Bosque Mesofilo de Montana	1.64%	21,660,502.91
Matorral Desértico Rosetofilo	5.39%	71,003,559.98
Pastizal Cultivado	0.21%	2,720,310.51
Pastizal Inducido	3.04%	40,060,644.80
	100.00%	1,317,690,000.00

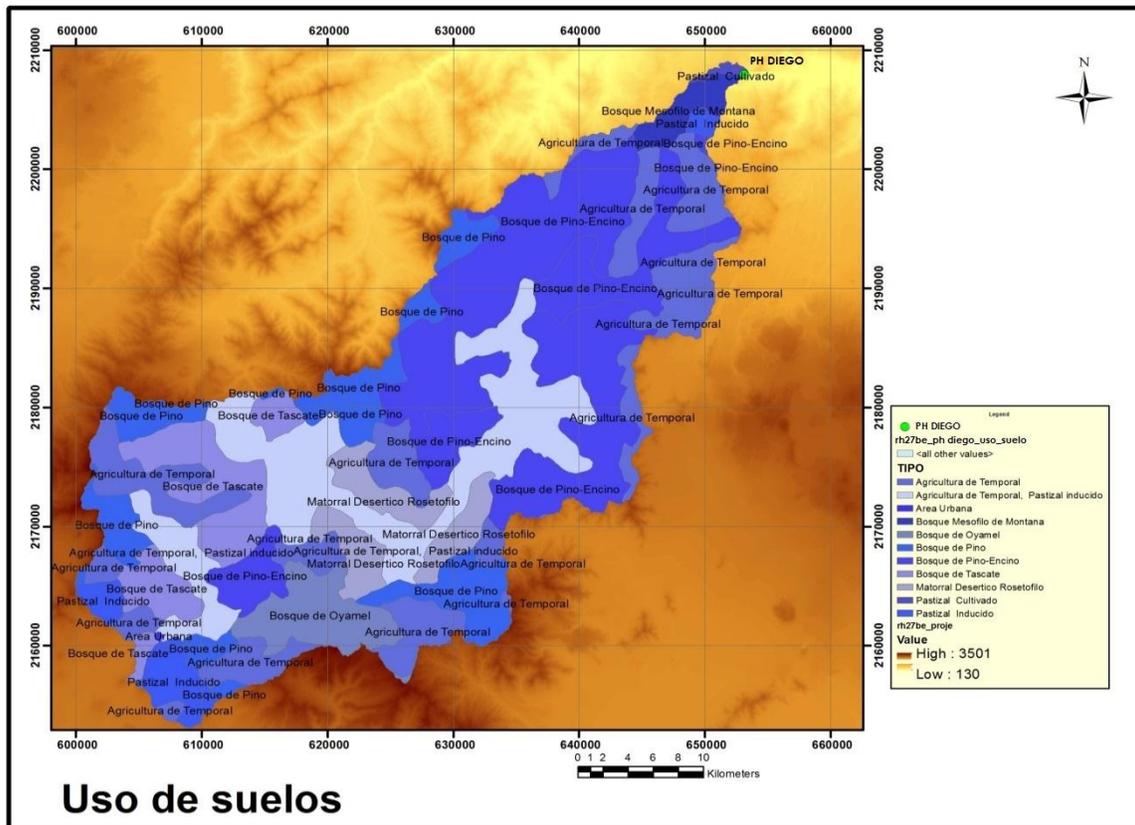


Imagen 4.18. Usos de suelo en la subcuenca "e" del río Apulco, (INEGI).

Bosque Mesófilo de Montaña (BMM).

En un análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México, Rzedowski (1996) describe que este tipo de vegetación equivale aproximadamente a lo que algunos autores de habla inglesa denominan "cloud forest", término que se ha traducido también al español como bosque nublado, selva nublada, bosque de neblina y bosque nebuloso.

Es probable que los bosques mesófilos de México sean los más septentrionales del mundo, ya que el clima de estas latitudes, propenso a las bajas temperaturas invernales, es lo que fomenta la predominancia de árboles de afinidad templada (Challenger 1998).

Si bien pueden ocurrir heladas ocasionales en las zonas de bosques mesófilos, en general el clima es templado y sobre todo muy húmedo, debido a que estos bosques se desarrollan de preferencia en las laderas de barlovento de las montañas, a la altitud de la formación de las nubes, por lo que durante la mayor parte del año se encuentran bañados en lluvia y en las gotas que se condensan de las nubes y neblina. Es por ello que uno de los servicios ambientales más importantes de estos ecosistemas es la captación de agua, y su importancia nacional en este sentido ya se empieza a reconocer (CIDE 2003)".

Los BMM son muy variables en composición de especies pero con estructura y clima muy similares. Está dominado por árboles en varios estratos, con abundancia de helechos y epífitas. El follaje del 50% de sus especies de árboles se pierde durante alguna época del año. Comparten

lluvias frecuentes, nubosidad, neblina y humedad atmosférica altas durante todo el año. Estos bosques han funcionado como refugios para especies durante los cambios climáticos de los últimos miles de años.

Se distribuyen en zonas muy húmedas. Ocupan el 0.8 % (800,000 ha) del territorio nacional, en pequeñas porciones de 20 estados, en altitudes entre 600 y 3,100 msnm. Se ubican preferentemente en las partes altas de la Sierra Madre Oriental (Sierra de Juárez), Sierra Norte de Chiapas, Sierra Madre del Sur (Guerrero y Oaxaca), de Jalisco y en el Eje Neovolcánico (Puebla y Veracruz).

La mayor parte del año está inmerso en neblina o nubes bajas, con lluvias abundantes y vientos húmedos en las laderas con influencia del mar (barlovento). La temperatura media anual oscila entre los 12° y los 23°C, aunque en invierno las temperaturas pueden caer por debajo de los 0°C. Crece en terrenos con suelos ácidos profundos o muy someros e inclinados, ricos en materia orgánica y humedad todo el año.

En este contexto, los BMM se distribuyen a lo largo de la Sierra Norte de Puebla-Chiconquiaco que abarca los estados de Puebla y Veracruz. Los atributos de la calidad de los BMM de esta subregion coinciden con los de Cuenca La Antigua en tanto que poseen alta conectividad, fragmentos de mayor tamaño y mayores valores en riqueza de especies y endemismos, que las otras dos subregiones. En la zona de Cuetzalan, se han encontrado bosques mesófilos con composición diferente, destacando la dominancia de árboles de naranjillo (*Matudae trinervia*) de dimensiones considerables. Estos bosques se encuentran entre los 1200 y 2200 metros de altitud, pero sus condiciones climáticas, geológicas y edafológicas difieren de las existentes en las otras subregiones.

En la actualidad, los remanentes de BMM de esta subregion enfrentan amenazas extremas por cambio de uso del suelo debido a la ganaderia y tambien enfrentan serias presiones por la creciente expansion urbana y de caminos en el área de influencia del BMM, asi como por la tala ilegal. La cafecultura tecnificada representa una mayor amenaza que en las otras subregiones. En terminos de las amenazas a la calidad destaca la sobreexplotacion de leña (Haeckel 2006) y otros PFMN como las epífitas (Flores-Palacios y Valencia-Diaz 2007), y la tala selectiva ilegal, que es una practica persistente en esta zona.

Vegetación epífita.

Las epífitas son aquellas plantas que pasan al menos una parte de su ciclo de vida sobre otro vegetal sin la generación de haustorios. Representan cerca del 10% de la diversidad vegetal del mundo, estimándose que existen entre 23,466 y 29,505 especies de plantas vasculares con esta forma de vida (Dickinson et al. 1993 en Ceja-Romero, 2010). Entre las angiospermas (Magnoliophyta), son algunas familias de monocotiledóneas (*orchidaceae*, *Bromeliaceae* y *Araceae*) las que concentran el mayor número de taxa epífitos, mientras que en el caso de las Pteridofitas, se estima que casi 29% de sus especies presentan dicho habito (Kress, 1986 en Ceja-Romero, 1020).

De acuerdo a los estudios de García-Franco y Toledo (2010), "...las plantas epífitas son uno de los grupos más susceptibles a la fragmentación y perturbación de los bosques. Aunado a la destrucción de sus hábitats, la colecta desmedida de orquídeas y bromelias con fines comerciales y ceremoniales amenazan la persistencia de sus poblaciones. No obstante,

numerosas especies de epífitas que se establecen en los árboles en el BMM, pueden arribar y establecerse en los árboles de sombra de los cafetales. Así, los árboles de sombra son un elemento crítico para el mantenimiento de la comunidad de plantas epífitas en estos agroecosistemas. La identidad del árbol hospedero así como su tamaño pueden determinar la abundancia y composición de estos organismos asociados.

Por lo tanto, el tipo de manejo del cafetal determina la importancia del sistema para la conservación y mantenimiento de la biodiversidad. Estos organismos aumentan la complejidad estructural del dosel y proveen recursos adicionales para la fauna. En bosques naturales, las epífitas juegan un papel muy importante en la productividad, captación de agua y reciclaje de nutrientes".

Por su parte Ceja-Romero (2010), advierte que en México, las epífitas son uno de los componentes más atractivos e interesantes de nuestras selvas y bosques y que de forma preliminar se han registrado en el estudio de aspectos ecológicos y son pocas las contribuciones en las que se aborda la florística de estas plantas, muchas de las cuales se abocan a la taxonomía de unas pocas familias específicas (e.g. Bromeliaceae, Araceae, Orchidaceae) o incluyen solo datos de zonas particulares (e.g. Chiapas, Veracruz, Yucatán) o de tipos de vegetación específicos, principalmente el BMM.

Bosque de Pino-Encino.

Son comunidades dominadas por árboles altos mayormente pinos y encinos acompañados por otras varias especies habitan en zonas

montañosas con clima templado a frío. México contiene el 50% (50 especies) de especies de pinos del mundo y cerca del 33% (200 especies) de encinos. Se estima que los bosques templados contienen cerca de 7,000 especies de plantas. A pesar de que la mezcla de especies puede variar entre uno o varios pinos y algunos encinos, son comunidades siempre verdes. Existen otras variantes donde dominan algunas otras coníferas, como los bosques de oyamel, los de ayarín o pinabete y otros.

Se distribuyen en mayor grado en el norte y sur de Baja California, a lo largo de las Sierras Madre Occidental y Oriental, en el Eje Neovolcánico, la Sierra Norte de Oaxaca y en el sur de Chiapas. En altitudes entre 2,000 y 3,400 m. Los bosques templados ocupan actualmente el 16% del territorio mexicano (3,233 km²).

Se desarrollan en zonas con temperaturas promedio entre 12 y 23°C, aunque en invierno la temperatura puede llegar hasta por debajo de cero grados. Son ecosistemas de subhúmedos a templado húmedos, con una precipitación anual entre 600 y 1,000 mm. Crecen sobre suelos muy variados desde limosos a arenosos y moderadamente ácidos, por lo general con abundante materia orgánica y hojarasca.

Bosque de pino (*Pinus*).

De acuerdo con Critchfield y Little (1966) existen en México 35 especies del género *Pinus*, número que representa 37% del total de especies que los mismos autores reconocen para el mundo entero. La gran mayoría de los pinos mexicanos posee una distribución geográfica restringida al territorio de este país y a algunas áreas vecinas y casi todos constituyen elementos dominantes o codominantes en la vegetación actual. Los pinares son

comunidades vegetales muy características de México y ocupan vastas superficies de su territorio.

Por la morfología y la disposición de sus hojas, los pinos poseen fisonomías particulares y los bosques que forman presentan un aspecto que difícilmente puede confundirse con el de otros tipos de vegetación. Si bien el conjunto de los pinares establece una unidad fisonómica bien definida, no sucede exactamente lo mismo desde el punto de vista ecológico. Aunque la mayoría de las especies mexicanas de *Pinus* posee afinidades hacia los climas templados a fríos y semihúmedos y hacia los suelos ácidos, existen notables diferencias entre una especie y otra y algunas que no se ajustan a estas normas prosperan en lugares francamente calientes, en lugares húmedos, en los semiáridos, así como sobre suelos calientes. Por otra parte, dentro de las mismas zonas prevaleciente, pues compiten ahí con los bosques de *Quercus* y a veces son los de *Abies*, de *Juniperus*, de *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales.

La similitud de las exigencias ecológicas de los pinares y de los encinares da como resultado que los dos tipos de bosques ocupen nichos muy similares, que se desarrollen con frecuencia uno al lado del otro, formando intrincados mosaicos y complejas interrelaciones sucesionales y que a menudo se presenten en forma de bosques mixtos, todo lo cual dificulta su interpretación y cartografía precisa. En virtud de tales circunstancias, muchos autores (Leopold, 1950: 510-511; Hernández X., 1953: 357-361; Martin, 1958:36-38; Guzmán y Vela, 1969: 53-54; Duellman, 1965: 646-648; Smith, 1965: 112-116; Rzedowski, 1966: 184-196; Rzedowski y McVaugh, 1966: 55-68, y otros) optaron por fundir en sus estudios a los bosques de *Pinus* y los de *Quercus* en un solo tipo de vegetación, a pesar de las significativas diferencias fisonómicas entre unos y otros. Sin menospreciar este enfoque,

que tiene fuertes argumentos a su favor, en la presente síntesis se juzgó conveniente tratarlos por separado, con el propósito principal de ganar claridad en la exposición.

Con la posible excepción de la Península de Yucatán, existen bosques de pino en todas las entidades federativas del país.

Su distribución geográfica coincide a grandes rasgos con la de los elevados macizos montañosos; así, se presentan en los extremos norte y sur de Baja California, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, del **Eje Volcánico Transversal**, de la Sierra Madre del Sur, de las sierras del norte de Oaxaca y de las dos grandes sierras de Chiapas.

En la Sierra Madre Oriental también existen, aunque en forma más dispersa, pues ahí en función de menores altitudes y de la existencia de grandes áreas con caliza como roca madre, los encinares constituyen, por lo general, el tipo de bosque predominante.

Con la altitud de la montaña excede los valores mencionados, el pinar limita en su parte superior con los zacatonales o con otro tipo de vegetación alpina.

En muchas partes de México los cerros menos elevados (sobre todo entre 2,500 y 3,900 m) llevan el pinar en sus cumbres y laderas superiores. Ver imagen.

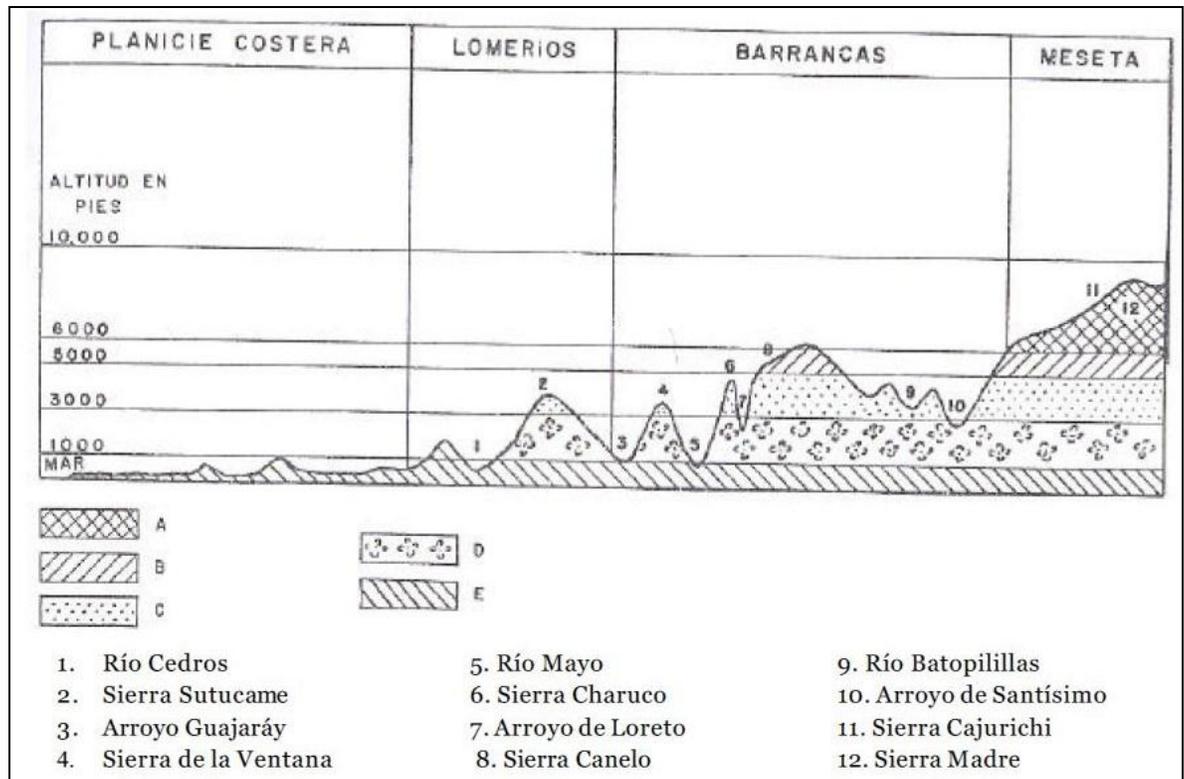


Imagen 4.19. perfil de la vegetación a lo largo del eje del Río Mayo, siguiendo la línea de Navojoa, Sonora, a Memelichi, Chihuahua, según Gentry (1942): A-pinar superior, B-pinar inferior, C-encinar, D-bosque tropical caducifolio ("short tree forest"), E-bosque espinoso. Ligeramente modificado del original.

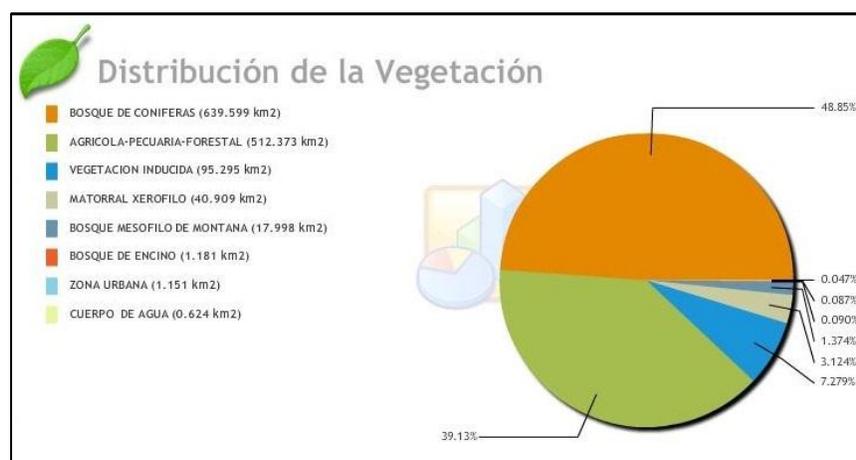
Pastizales.

Bajo el nombre de pastizal queda incluida toda aquella vegetación dominada por gramíneas, son plantas frecuentemente llamadas pastos o zacates, que en condiciones naturales están determinados por el clima y el suelo, entre otros. En la entidad, los tipos de pastizal presentes son el pastizal halófilo, el cual se desarrolla en condiciones naturales, el pastizal inducido y el pastizal cultivado. Estos dos últimos no están determinados por algún factor ecológico en especial, más bien son producto de la

intervención del hombre al eliminar la vegetación original con fines pecuarios.

Pastizal cultivado. Se introduce por medio de labores de cultivo. Se encuentran principalmente en zonas tropicales.

Pastizal Inducido. Esta comunidad resulta de la perturbación que produce el hombre al abrir zonas donde la vegetación prístina era el bosque de pino-encino, para sustituirlas por este otro tipo de comunidad y sostener así hatos de borregos en un régimen de ganadería extensiva. Las principales áreas de pastizal inducido se ubican hacia la parte oriental de la cuenca a alturas inferiores a los 3 000 m.s.n.m. y superiores a los 2 400 m. No suele presentar prominencias arbustivas ni arbóreas y cubre el sustrato casi en su totalidad, con una altura de 10 a 15 cm, y una disposición horizontal cerrada. Las especies dominantes pertenecen a las familias *Poaceae*, *Cyperaceae* y *Asteraceae* (CONABIO, 2008).



Grafica 4.3. Distribución de la Vegetación en la subcuenca del Río Apulco.

Vegetación Riparia

Los ecosistemas riparios, localizados en las márgenes de los ríos, arroyos y cuerpos de agua son corredores biológicos entre las zona de cabeceras de las cuencas hídricas y el mar (Naiman *et al.*, 2006; Postel y Richter, 2003). Estos ecosistemas ofrecen diversos servicios ambientales como el filtrado de sedimentos y contaminantes que son arrastrados desde las partes altas de la cuenca por los ríos, mitigan el impacto de las inundaciones y aumentan la conectividad e integridad de la cuenca pues favorecen a la dispersión y movilidad de las especies.

El bosque de galería ocupa franjas angostas a lo largo de las corrientes fluviales. Se distingue de los bosques templados localizados en áreas aledañas por ser relativamente más altos, de mayor densidad, contener en proporción una mayor cantidad de biomasa, ser estructuralmente más complejos y poseer un mayor número de especies siempre verdes. Esta vegetación, por desarrollarse a lo largo de los ríos y en las riberas de lagos de agua dulce, están considerados como parte de una vegetación de tipo ripario (Latín ripa=banco) o ribereña. Esta posee características propias que la hacen particular, como son la capacidad de soportar inundaciones temporales e invadir rápidamente áreas expuestas o bancos de graba (Treviño, et al., 2001).

La Vegetación hidrófila está constituida por comunidades de plantas estrechamente relacionadas con el medio acuático o a suelos permanentemente saturados de agua. En general se presentan en casi todos los tipos de climas, desde muy húmedos a climas más secos, desde el nivel del mar hasta más de 4,000 msnm; por lo que tienen un área de

distribución amplia, aunque algunas están restringidas a zonas determinadas. Los principales tipos de esta vegetación son el Manglar, Popal-tular y la Vegetación de galería, principalmente. El Manglar es una asociación de matorrales y árboles que habitan zonas costeras inundadas de agua salobre; cuentan con raíces aéreas y en ocasiones alcanzan 20 m de altura, aunque el promedio es de 4 m. Se encuentran en gran parte de las costas del país, con mayor frecuencia en latitudes intertropicales, situadas al sur del trópico de Cáncer. Los principales ejemplares son el Mangle rojo, *Rhizophora mangle*, el mangle negro, *Avicennia germinans* y el mangle blanco *Laguncularia racemosa*. El tular está compuesto por plantas herbáceas enraizadas en las orillas de lagos y lagunas, o en terrenos pantanosos, que presentan hojas angostas y largas conocidas como tules, de los géneros *Typha*, *Scirpus* y *Cyperus*, así como las especies *Phragmites communis* y *Arundo donax*, o carrizales. El tipo de vegetación acuática conocido como Popal que crece en aguas pantanosas o de agua dulce estancada. Está constituido por plantas herbáceas de hojas anchas y grandes de color verde claro que forma una densa capa sobre la superficie. Los principales representantes de este tipo de vegetación son *Thalia geniculata*, *Calathea* y *Heliconia*. Finalmente la vegetación de galería es la que crece a las orillas de los ríos y arroyos, las principales plantas características de este tipo de vegetación son *Salix* spp. (Sauces), *Baccharis* spp. (Escobilla), *Chilopsis linearis* (Mimbres) y *Senecio* spp., entre otras.

Los servicios ecológicos que presentan estas comunidades son considerados de gran importancia, pues una comunidad conservada sirve de filtro entre el río y los ambientes adyacentes, impide el flujo al torrente del río de agroquímicos y productos orgánicos utilizados como insumos agrícolas y desechos agropecuarios, además de amortiguar algunos de los

procesos de sedimentación de los lechos de los ríos. Estos servicios ecológicos mantienen la calidad del agua y proveen protección contra las inundaciones y la erosión. Estos ecosistemas proveen el habitat a invertebrados que son fuente importante de alimento para la fauna acuática y terrestre y representan en zonas áridas la única fuente de agua (Treviño, et al., 2001).

El sistema ripario puede ser definido como el conjunto de elementos bióticos y abióticos que ocurren en el área transicional entre los sistemas acuáticos y terrestres, o la interface entre estos dos (Gregory et al. 1991, Kalff 2002). Los sistemas riparios son de gran importancia en el mantenimiento de los servicios y funciones ecosistémicas en una cuenca. En estos sistemas ribereños, a pesar de ocupar una superficie comparativamente pequeña, se llevan a cabo procesos que derivan en servicios ambientales valiosos. Ejemplos de estos servicios son la retención de sedimentos y control de la erosión, la absorción de contaminantes provenientes de las tierras adyacentes, la infiltración de agua y recarga de acuíferos y el control y regulación de grandes avenidas durante las crecidas fluviales. Desde el punto de vista ecológico la vegetación riparia contribuye a la regulación de la temperatura del agua, es hábitat de diversas especies y funge como corredor biológico e interconexión espacial entre ecosistemas (Gregory et al. 1991, Kalff 2002). En consecuencia, las modificaciones que se hagan sobre ella se reflejarán en la integridad ecológica de los ecosistemas acuáticos, y a su vez, en el funcionamiento y condición ambiental de las cuencas; entendiéndose a estas como unidad territorial funcional.

La vegetación riparia se desarrolla a las orillas de los ríos, es decir, en los valles fluviales (Lugo 2011), los cuales funcionan como corredores

ecológicos que interconectan parches o franjas de vegetación. Estos valles o corredores riparios comprenden al cauce principal, planicies de inundación y laderas adyacentes, como lo muestra la siguiente imagen:

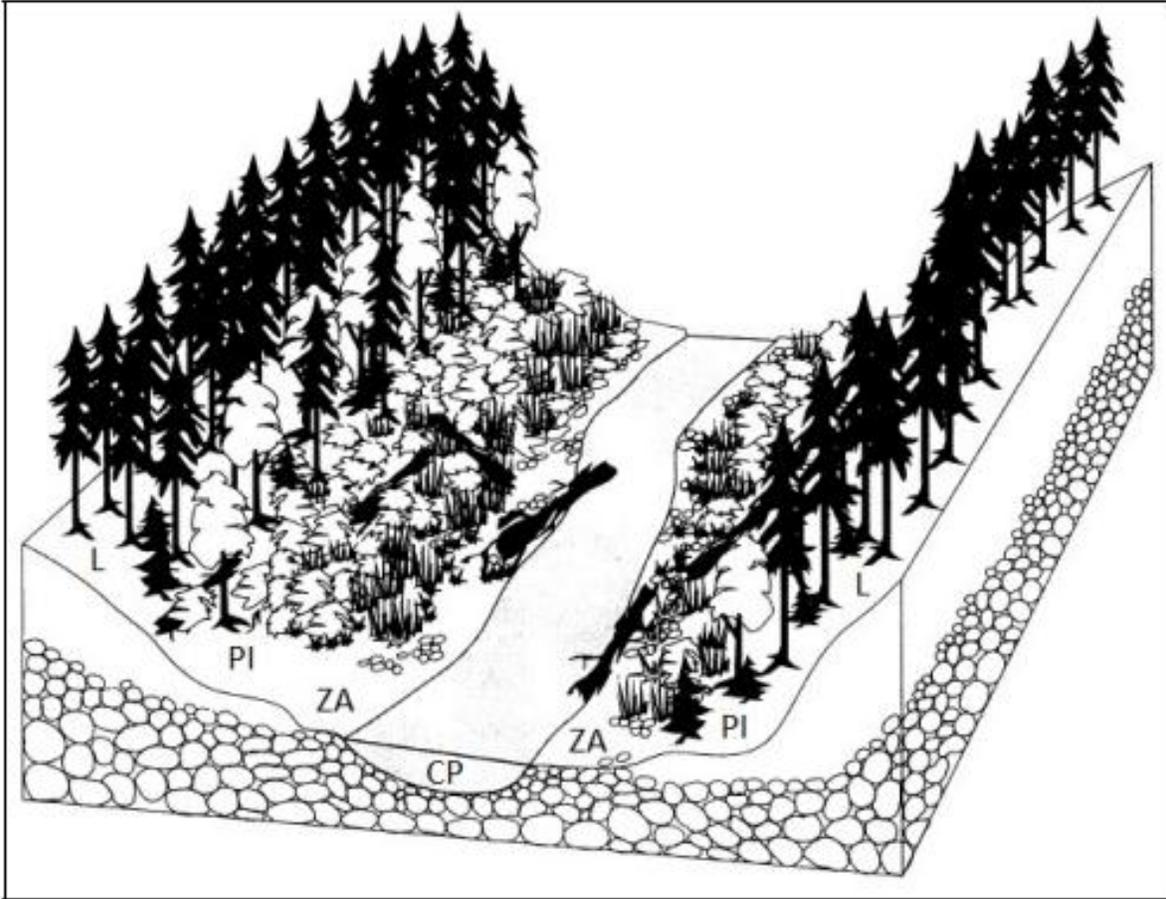


Imagen 4.20. Corte transversal de un corredor ripario. CP: Cauce permanente, ZA: zona activa del caudal, PI: planicie de inundación, L: ladera. Modificado de Gregory, 1991

Los distintos procesos que son regulados por la vegetación riparia requieren de franjas de distintas anchuras. Estas anchuras son muy variables y dependen de las condiciones particulares del lugar (fauna acuática y terrestre, tipo de suelo, pendiente, actividades humanas en la zona, etc.) y de la función que se quiera preservar. En términos generales, los procesos

erosivos son los que requieren franjas de menor tamaño, seguidos por los procesos que mantienen la calidad del agua, la calidad del hábitat acuático, y finalmente los procesos que mantienen la calidad del hábitat terrestre (U.S. Army Corps of Engineers 1991, Wenger 1999, Fischer y Fischenich 2000, Broadmeadow y Nisbet 2004; en Hawes y Smith 2005).

Actualmente en nuestro país, se estima que 45% de los corredores riparios se encuentran degradados debido a la alteración hidrológica de los ríos, a la urbanización, a la extracción de materiales del lecho y bancos de los ríos, así como al cambio desordenado del uso del suelo (Garrido et al. 2010).

Bajo ese escenario, la conservación y rehabilitación de estos sistemas son apremiantes. No obstante, existen limitaciones para realizar trabajos de evaluación y restauración a gran escala debido a la falta de información de estos sistemas.

- **Tipos de vegetación en la superficie del predio.**

La superficie del Proyecto cuenta con diferentes clasificaciones de Uso del Suelo y Vegetación: Bosque mesófilo de montaña con pequeños manchones de bosque pino-encino, Agricultura de temporal, pastizal inducido y vegetación riparia, en la siguiente tabla se señala de manera general las superficies calculadas por tipo de vegetación presente, sin embargo en el cap. II se presentan por superficie de obra.

Tabla 4.11. Superficie de vegetación existente en el sitio del proyecto.

Obra	Tipo de vegetación y uso del suelo					
	Bosque pino-encino	BMM	Pastizal inducido	Vegetación riparia	agricultura	urbano
Superficie total (m2)		39,363.88	1,500.00	1620.00	29200.00	
Superficie total (Ha)		3.93	0.15	0.16	2.92	

Metodologías para la evaluación de la cubierta vegetal en el predio.

Para la caracterización de los tipos de vegetación, su estructura y composición florística de éstas comunidades vegetales existentes en la superficie del proyecto y la posterior estimación de los parámetros ecológicos se utilizó el “Método de cuadrante”; técnica seleccionada debido a su eficiencia y nivel de precisión para muestrear las comunidades de tipo arbustivo en la región. En este sentido, los métodos con parcela han sido ampliamente utilizados para la medición de sus atributos, siendo el método del cuadrante el más antiguo para la obtención de datos cuantitativos. Los cuadrantes pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar. El manejo de la información obtenida en el sumario de los datos de muestreo para cada cuadrante, como producto de la medición de la vegetación leñosa se fundamenta en Cox (1972) y Muller-Dombois y Ellenberg (1974).

Para este caso se utilizaron cuadrantes de 10x10 metros (m) y se delimitaron con una cuerda y/o cintas métricas, contabilizando el número de ejemplares por especie cuando la mitad o más del

individuo se localizaban dentro de los límites, no considerándose en caso contrario su presencia. Se midieron los parámetros de altura, diámetro basal a 10 centímetros (cm) del suelo y diámetro de copa tomados de norte a sur y de oriente a poniente.

En este sentido, se realizaron diferentes recorridos en el terreno con el objetivo de corroborar en campo lo analizado en la literatura y obtener dichos datos cuantitativos; estableciendo al azar (de manera que cada punto del terreno tuviera la misma probabilidad de ser muestreado, sin estar condicionado por puntos anteriores) 5 (cinco) unidades de muestreo dentro de la superficie del proyecto que pertenece al área del embalse y de la cortina de la presa, obteniendo en total una superficie muestreada de 500 m².

Así mismo, se realizaron 2 (dos) parcelas de muestreo más en la superficie destinada a la casa de máquinas y 2 (dos) en el área de tanque de carga abarcando parte de la tubería de presión (400 m²) y por último se establecieron 10 (diez) parcelas de muestreo más en las superficies destinadas al canal de conducción y trazos de caminos a establecerse en el proyecto (1,000 m²), teniendo un total de 19 sitios o parcelas de muestreo con una superficie total de muestreo de 1,900 m².

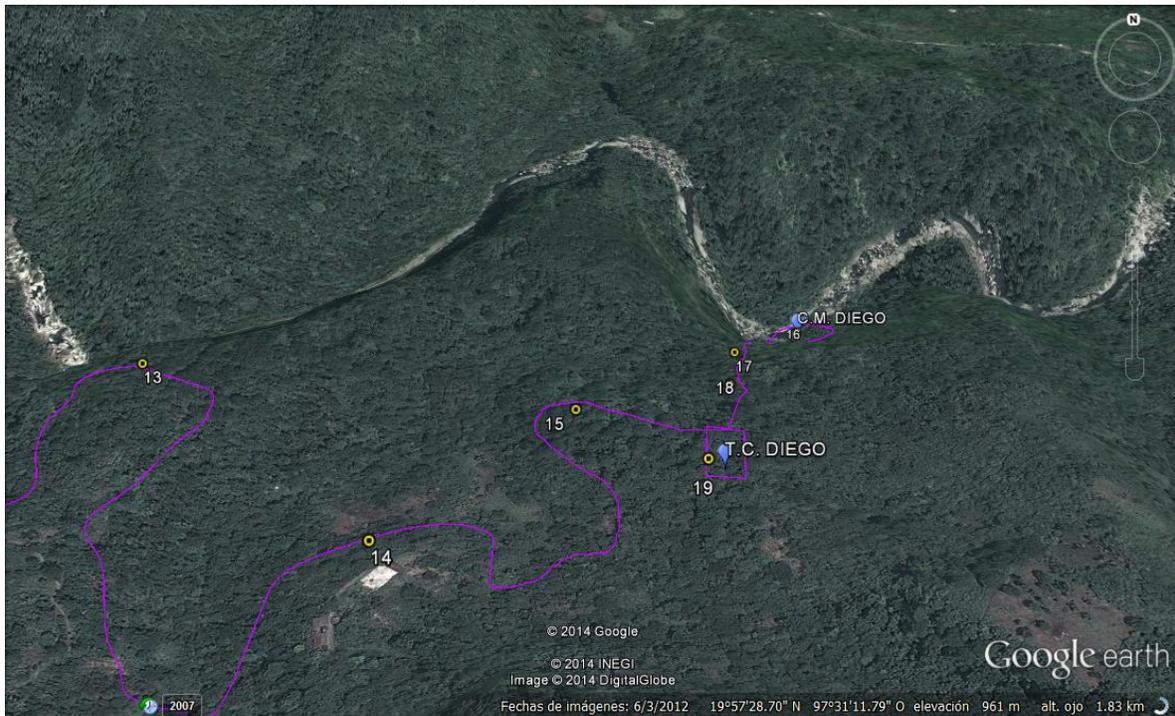
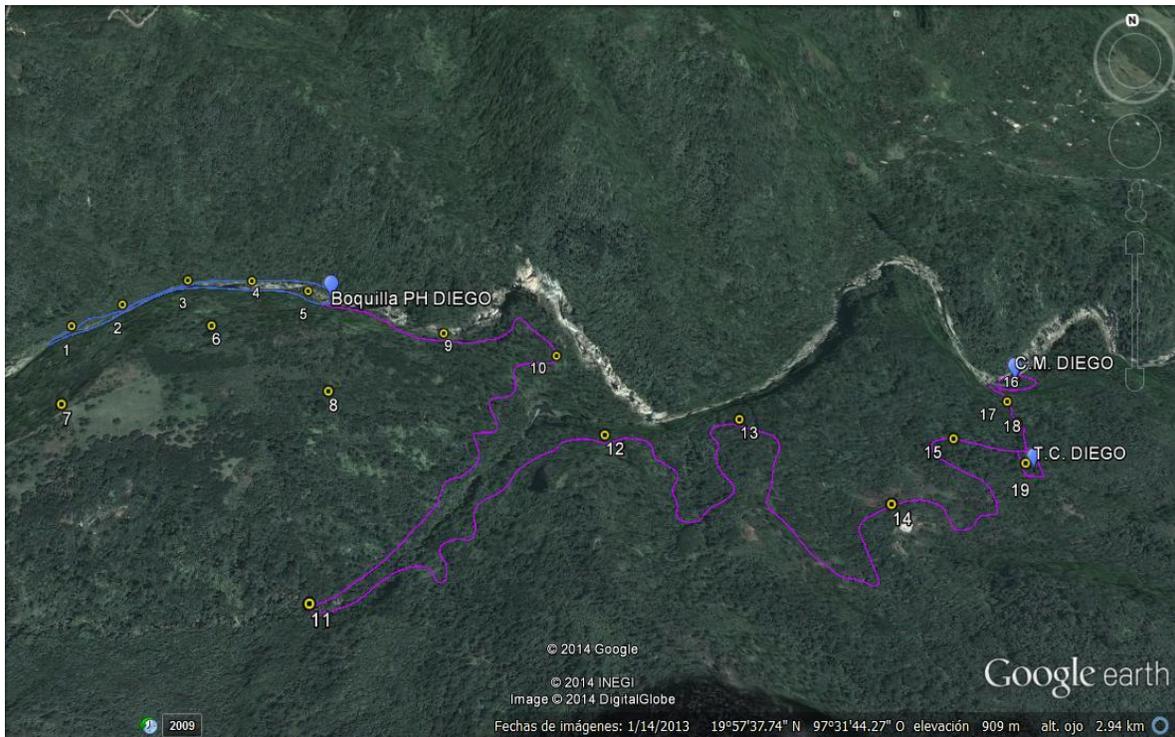


Imagen 4.21 y 4.22. Representación gráfica de las parcelas muestreadas.

Tabla 4.12. Coordenadas de las parcelas de muestreo.

Parcelas	Coordenadas geográficas	
	Lat N	Long O
Embalse y cortina		
1	19°57'40.05"	97°32'35.27"
2	19°57'42.96"	97°32'31.27"
3	19°57'46.29"	97°32'25.62"
4	19°57'46.66"	97°32'19.31"
5	19°57'44.38"	97°32'13.11"
Canal de conducción y caminos de acceso		
6	19°57'35.10"	97°32'19.80"
7	19°57'26.24"	97°32'30.38"
8	19°57'27.89"	97°32'8.37"
9	19°57'37.86"	97°31'58.96"
10	19°57'37.63"	97°31'47.92"
11	19°57'9.72"	97°32'7.91"
12	19°57'24.53"	97°31'44.08"
13	19°57'26.07"	97°31'31.62"
14	19°57'16.46"	97°31'20.38"
15	19°57'22.98"	97°31'12.70"
Casa de máquinas, tubería de presión y tanque de carga		
16	19°57'36.00"	97°30'59.85"
17	19°57'28.68"	97°31'4.95"
18	19°57'24.92"	97°31'5.85"
19	19°57'19.60"	97°31'7.58"

En éstas parcelas se determinaron el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar posteriormente las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas:

$Ar = (\text{No. de individuos de la especie} / \text{No. total de todas las especies}) * 100$

Se refiere a la relación de la densidad de las especies comparado con un total existente (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Ar = (n / N) * 100$$

$Dr = (\text{Área de la copa de la especie} / \text{Área de la copa de todas las especies}) * 100$

Parámetro que da una idea del grado de participación de las especies en la comunidad (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Dr = (\text{Área de copa de la especie "i"} / \text{Área de copa total}) * 100$$

$$F = (\text{No. de parcelas con la especie} / \text{No. de parcelas muestreadas}) * 100.$$

Parámetro que ofrece una idea de la distribución de las especies, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Heiseke, et al., 1985, citado por Rocha, 1995).

$$Fr = (n / N) * 100$$

- ✓ Estimación de Índices.

Los índices han y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que estos comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos obtenidos en un muestreo. Los índices

que se manejarán en este trabajo son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Muller et al, 1974).

Estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI).

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300.

Muchas veces no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

Estimación de Índices de Diversidad de especies.

La diversidad, en su definición, considera tanto al número de especies como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más

Útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.). A una escala mayor, no es posible calcular índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, es necesario conocer la abundancia de cada una de éstas (Appannah, 1994).

Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. Para este estudio se utilizó el Índice de Shannon - Wiener, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat (Matteuci et al., 1974). Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. El índice se calcula mediante la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener (heterogeneidad del hábitat);

S = Número de especies;

P_i = Abundancia relativa;

\ln = Logaritmo natural.

Estimación de Índices de Riqueza de especies.

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en un área determinada. Aunque existe una gran cantidad de índices de riqueza, cada uno con sus ventajas y desventajas, en este trabajo se utilizaron los Índices de Margaleaf, Gleason y Menhinick, siendo los más adecuados para determinar la riqueza de especies para un determinado hábitat. Para utilizarlo, el muestreo debe ser también aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Los índices se calculan de la siguiente manera:

a) Índice de Margaleaf:

$$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$$

Dónde:

S= Número de especies registradas;

N = Número de Individuos registrados;

Ln = Logaritmo natural.

b) Índice de Gleason:

$$D_g = S/\log (N)$$

Dónde:

S= Número de especies registradas;

N = Número de Individuos registrados;

Log = Logaritmo.

c) Índice de Menhinick:

$$Db = S/\sqrt{N}$$

Donde:

S= Número de especies registradas;

N = Número de Individuos registrados.

Resultados del muestreo

Área del embalse, cortina de la presa y canal de conducción, por lo que en las imágenes anteriores 4.21 y 4.22 se señalan los puntos de muestreos correspondientes.

Tabla 4.13. Especies identificadas en las parcelas de muestreo realizados dentro de la superficie correspondiente al área del embalse, cortina de la presa y canal de conducción (Se presentan en orden alfabético) y su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO, AUTOR	NOM-059-SEMARNAT-2010
Apiales	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne.	
Arales	Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> (Schott)	
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea oblongata</i> (Mart.)	
Asterales	Asteraceae*	<i>Baccharis conferta</i> (Kunth)	
		<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	
		<i>Calea ternifolia</i> (Kunth)	
		<i>Heteroteca inuloides</i> (Cass.)	
		<i>Montanoa grandiflora</i> (Alaman ex	
		<i>Montanoa tomentosa</i> (Cerv.)	
		<i>Telanthophora grandifolia</i> (Less.) H.	
		<i>Vernonia salicifolia</i> (Mart.) Less.	
Cyperales	Poaceae	<i>Arundo donax</i> (L.)	
		<i>Guadua angustifolia</i> (Kunth)	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i> (K. Presl ex DC.)	
Equisetales	Equisetaceae	<i>Equisetum fl uviatile</i> (L.)	

ORDEN	FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO, AUTOR	NOM-059-SEMARNAT-
Ericales	Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> (A. L. de MacVean)	
	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> (Kunth)	
Euphorbiales	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i> (Pax) I. M.	
		<i>Croton incanus</i> (Kunth)	
		<i>Croton draco</i> (Schltld.)	
		<i>Croton reflexifolius</i> (Kunth)	
		<i>Ricinus communis</i> (L.)	
		<i>Sebastiana pavoniana</i> (Muell. Ara.)	
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i> (P. Mill.) Kuntze	
		<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.)	
		<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega)	
		<i>Inga vera</i> (Willd.)	
		<i>Lysiloma</i> sp. (Benth.)	
Fagales	Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> (Kunth)	
		<i>Carpinus caroliniana</i> (Walt.)	Amenazada
		<i>Ostrya virginiana</i> (P. Mill.) K. Koch	Sujeta a protección
	Fagaceae	<i>Quercus</i> sp. (L.)	
Hamamelidales	Hamamelidaceae	<i>Liquidambar</i> sp. (L.)	
Lamiales	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	
		<i>Ehretia tinifolia</i> (L.)	
Laurales	Lauraceae	<i>Persea</i> sp. (P. Mill.)	
		<i>Nectandra loeseneri</i> (Mez)	
Malvales	Tiliaceae	<i>Heliocarpus donell-smithii</i> (Rose)	
Myrtales	Onagraceae	<i>Fuchsia arborescens</i> (Sims)	
	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> (L.)	
	Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i> (Schlecht.) Naudin	
<i>Miconia trinervia</i> (Sw.) D. Don ex G.			
Pinales	Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> (L.)	
Piperales	Piperaceae	<i>Piper auritum</i> (Kunth)	
Polygonales	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> (Jacq.)	
Polypodiales	Dennstaedtiac	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	
Primulales	Theophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i> (A. Gray)	
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i> (L.)	
Rhamnales	Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i> (Brongn.)	
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		<i>Prunus serotina</i> (Ehrh.)	
	Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i> (Seem.)	
ORDEN	FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO, AUTOR	NOM-059-SEMARNAT
Rubiales	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> (L.)	
		<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	
Salicales	Salicaceae	<i>Populus</i> sp. (L.)	
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> (L.)	
	Anacardiaceae	<i>Tapirira mexicana</i> (Marchand)	
	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	
	Burseraceae	<i>Bursera</i> sp. (Jacq. Ex L.)	
	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> (L.)	Sujeta a protección
	Meliaceae	<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T. D. Penn	
	Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i> (L.)	
	Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	
	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	
Scrophularial	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	
	Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> (Torr.)	
Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum oblongifolium</i> (Schltdl.)	
Urticales	Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> (Bertol.)	
	Moraceae	<i>Brosimum</i> sp. (Sw.)	
		<i>Morus celtidifolia</i> (Kunth)	
	Ulmaceae	<i>Celtis iguanea</i> (Jacq.) Sarg.	
		<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	
Violales	Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i> sp. (G. Forst.)	
		<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	
Zingiberales	Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp. (L.)	

*Asteraceae = Compositae

En la siguiente Tabla se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Syngonium podophyllum* resultó ser la especie con los valores más altos en lo que a Abundancia relativa, Índice de valor ecológico y Peso ecológico se refiere.

La especie *Pinus pseudostrobus* resultó con el valor más alto en cuanto a la

Dominancia relativa se refiere; mientras que *Heliocarpus donell-smithi* resultó ser la especie con el valor más alto en el aspecto de Frecuencia relativa. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el área de estudio.

Derivado del número de especies identificadas en el muestreo cualitativo y con el número de individuos cuantificados en el estudio de caracterización en la superficie a impactar, se estimaron los índices de riqueza a través de tres métodos (Margalef, Gleason y Menhinick), así como el de diversidad de especies; para los cuales se obtuvieron los valores de 10.7521, 25.0876, 2.3234 respectivamente y de 3.8261 para el Índice de Shannon; lo cual indica que la diversidad en el sitio se caracteriza como alta en comparación con determinaciones similares obtenidas en análisis tipo para la región.

Lo anterior se traduce en que el ecosistema cuenta con una relevancia ecológica alta.

Tabla 4.14. Parámetros ecológicos estimados en las unidades de muestreo establecidas Para el área del embalse, la cortina y canal de conducción.

Nombre común	Nombre científico	No. de individuo	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI	Peso ecológico
Acachul	<i>Clethra mexicana</i>	2	0.19	0.17	0.545	0.90	0.358
Aguacatillo	<i>Persea sp.</i>	3	0.28	2.35	0.272	2.91	2.634
Alamo	<i>Populus sp.</i>	17	1.59	4.98	2.452	9.02	6.569
Almendro	<i>Turpinia occidentalis</i>	3	0.28	3.61	0.545	4.44	3.893
Aretillo	<i>Fuchsia arborescens</i>	18	1.68	0.38	1.635	3.70	2.064
Bienvenido	<i>Tapirira mexicana</i>	17	1.59	0.54	1.090	3.22	2.133
Bursera	<i>Bursera simarouba</i>	7	0.65	3.83	1.907	6.39	4.481
Cacahuatill	<i>Cordia alliodora</i>	2	0.19	0.17	0.545	0.90	0.355
Café	<i>Coffea arabiga</i>	24	2.24	0.27	1.907	4.42	2.516

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Calzadilla	<i>Liquidambar sp.</i>	12	1.12	0.18	1.635	2.94	1.304
Carrizo	<i>Arundo donax</i>	13	1.21	2.00	2.180	5.40	3.216
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	2	0.19	7.73	0.272	8.19	7.914
Cerezo	<i>Prunus serotina</i>	7	0.65	2.10	1.362	4.11	2.751
Chaca	<i>Trema micrantha</i>	7	0.65	2.15	1.090	3.89	2.801
Chaca	<i>Bursera sp.</i>	4	0.37	2.01	1.090	3.48	2.387
Chalahuite	<i>Eysenhardtia</i>	11	1.03	2.26	1.635	4.92	3.289
Chapis	Syngonium	110	10.28	0.02	4.360	14.66	10.302
Cola de caballo	<i>Equisetum fl uviatile</i>	1	0.09	0.33	0.272	0.69	0.421
Corril	<i>Corpinus caroliniana</i>	5	0.47	3.45	1.362	5.28	3.919

Nombre común	Nombre científico	No. de individuos	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Peso ecológico
Cruceto	<i>Bidens</i>	1	0.09	0.33	0.272	0.70	0.427
Durazno	<i>Prunus</i>	8	0.75	0.88	0.545	2.17	1.623
Encino	<i>Quercus sp.</i>	15	1.40	2.15	1.362	4.91	3.551
Escobilla	<i>Dodonea</i>	1	0.09	0.07	0.272	0.44	0.163
Especie 1	<i>Vernonia</i>	8	0.75	1.37	0.817	2.93	2.113
Ficus 2	<i>Sebastiania</i>	11	1.03	1.73	1.907	4.67	2.762
Guajillo	<i>Acacia</i>	1	0.09	0.03	0.272	0.40	0.125
Guanacastl	<i>Enterolobium</i>	31	2.90	0.83	2.180	5.91	3.731
Guayabo	<i>Psidium</i>	16	1.50	1.81	1.090	4.39	3.302
Helecho	<i>Pteridium</i>	32	2.99	0.04	1.090	4.12	3.027
Hierva santa	<i>Croton refl</i>	3	0.28	0.23	0.545	1.05	0.510
Higuerilla	<i>Ricinus</i>	15	1.40	0.71	1.635	3.75	2.111
Hormiguillo	<i>Cecropia</i>	13	1.21	4.21	2.997	8.43	5.428
Huatatama	<i>Ehretia</i>	2	0.19	0.04	0.545	0.77	0.225
Huele de noche	<i>Brosimum sp.</i>	7	0.65	0.39	1.635	2.68	1.041
Inga	<i>Inga vera</i>	4	0.37	0.07	0.545	0.99	0.448
Itemite	<i>Lysiloma sp.</i>	24	2.24	0.50	0.545	3.29	2.743
Jara	<i>Bacharis</i>	25	2.34	0.15	0.817	3.30	2.483
Jarro	<i>Guadua</i>	2	0.19	0.11	0.272	0.57	0.293
Jiltoniillo	<i>Trichilia</i>	7	0.65	2.44	1.090	4.18	3.090
Jobo	<i>Spondias</i>	7	0.65	1.34	0.545	2.54	1.990
Jonote	Heliocarpus	53	4.95	2.62	5.722	13.3	7.577
Laurel	<i>Nectandra</i>	59	5.51	0.47	3.815	9.80	5.982
Madroño	<i>Arbustus</i>	10	0.93	3.44	1.907	6.28	4.374
Mala mujer	<i>Cnidocolus</i>	3	0.28	1.64	0.817	2.74	1.919

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Mora	<i>Morus</i>	2	0.19	0.28	0.545	1.02	0.471
Naranjillo	<i>Celtis</i>	4	0.37	0.45	0.545	1.37	0.823
Nigua	<i>Miconia</i>	50	4.67	0.52	4.632	9.83	5.195
Ocopetate	<i>Montanoa</i>	26	2.43	0.04	1.907	4.38	2.473
Olmo	<i>Ostrya</i>	1	0.09	0.32	0.272	0.69	0.413
Omequelite	<i>Piper auritum</i>	4	0.37	0.15	0.272	0.79	0.521
Opatla	<i>Cestrum</i>	7	0.65	0.27	0.817	1.74	0.925
Otate	<i>Alnus</i>	18	1.68	0.09	0.272	2.04	1.770
Palawita	<i>Jacquinia</i>	5	0.47	0.05	0.272	0.79	0.518
Palo de	<i>Oreopanax</i>	41	3.83	1.18	3.815	8.83	5.012
Palo de	<i>Randia</i>	4	0.37	0.55	0.817	1.75	0.928
ciacader	<i>armata</i>						
Palo de rosa	<i>Tabebuia</i>	1	0.09	4.33	0.272	4.70	4.423
Palo del rio	<i>Forestiera</i>	6	0.56	0.28	0.545	1.38	0.840
Palo volador	<i>Zuelania</i>	31	2.90	1.87	2.997	7.76	4.767

Nombre común	Nombre científico	No. de individuos	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI	Peso ecológico
Papatla	<i>Heliconia sp.</i>	25	2.34	0.37	1.907	4.6	2.704
Pino	Pinus	8	0.75	7.66	0.545	8.9	8.407
Salvia	<i>Croton</i>	4	0.37	0.16	0.272	0.8	0.534
Sangregrad	<i>Croton draco</i>	21	1.96	2.38	2.452	6.8	4.345
Sauco	<i>Sambucus</i>	21	1.96	1.25	1.907	5.1	3.209
Senecio	<i>Heteroteca</i>	29	2.71	0.34	1.635	4.6	3.051
Sp 1	<i>Telanthophora grandifolia</i>	12	1.12	1.53	0.545	3.2	2.653
SP2	<i>Miconia</i>	12	1.12	0.90	0.272	2.2	2.017
SP6	<i>Calea</i>	5	0.47	0.67	0.545	1.6	1.132
Tabaquillo	<i>Montanoa</i>	4	0.37	2.35	1.090	3.8	2.721
Tepejilote	<i>Chamaedorea oblongata</i>	36	3.36	0.04	2.725	6.1	3.406
Tepopote	<i>Baccharis</i>	28	2.62	0.39	2.997	6.0	3.010
Totocastle	<i>Colubrina</i>	3	0.28	0.29	0.272	0.8	0.567
Totomastillo	<i>Clematis</i>	10	0.93	2.71	2.180	5.8	3.645
Trompeta	<i>Licania</i>	6	0.56	1.01	1.090	2.6	1.571
Trueno	<i>Xylosma sp.</i>	8	0.75	0.69	0.272	1.7	1.433
Uvero	<i>Coccoloba</i>	11	1.03	0.48	1.090	2.6	1.511
Vara negra	<i>Ptelea</i>	4	0.37	0.29	0.817	1.4	0.662

Área de la casa de máquinas

Para el número de unidades de muestreo establecidas en el área del proyecto y que se señalan en las imágenes 4.21 y 4.22, se calculó un diámetro promedio de 0.08 m; en tanto su altura se estimó en una media de 3.70 m. La tabla siguiente muestra los componentes de la comunidad muestreada.

Tabla 4.15. Especies identificadas en las parcelas de muestreo realizados dentro de la superficie correspondiente al área de la casa de máquinas (se presentan en orden alfabético) y su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO,	NOM-059-SEMARNAT-
Arales	Araceae	<i>Synaonium podophyllum</i> (Schott)	
Ericales	Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> (A. L. de	
Euphorbiales	Euphorbiaceae	<i>Croton incanus</i> (Kunth)	
		<i>Croton draco</i> (Schltdl.)	
		<i>Croton reflexifolius</i> (Kunth)	
		<i>Ricinus communis</i> (L.)	
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia anaustissima</i> (P. Mill.)	
		<i>Erythrina corallodendron</i> (L.)	
		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	
		<i>Inga vera</i> (Willd.)	
Fagales	Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i> (Walt.)	Amenazada
	Fagaceae	<i>Quercus</i> sp. (L.)	
Malvales	Tiliaceae	<i>Heliocarpus donell-smithii</i> (Rose)	
Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia alaberrima</i> (Schlecht.)	
Primulales	Theophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i> (A. Gray)	
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i> (L.)	
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Tapirira mexicana</i> (Marchand)	
Urticales	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	
	Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> (Bertol.)	
	Moraceae	<i>Brosimum</i> sp. (Sw.)	
Violales	Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i> sp. (G. Forst.)	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

En la Tabla siguiente se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Cecropia obtusifolia* resultó ser la especie más abundante y frecuente. Mientras que *Clematis dioica* resultó ser la especie más Dominante además de ser la del valor más alto en el Índice de valor de importancia y Peso ecológico. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el área de estudio.

Derivado del número de especies identificadas en el muestreo cualitativo y con el número de individuos cuantificados en el estudio de caracterización en la superficie a impactar, se estimaron los índices de riqueza a través de tres métodos (Margaleaf, Gleason y Menhinick), así como el de diversidad de especies; para los cuales se obtuvieron los valores de 4.3063, 10.4113, 2.0592 respectivamente y de 2.573 para el Índice de Shannon; lo cual indica que la diversidad en el sitio se caracteriza en el rango de media a alta en comparación con determinaciones similares obtenidas en análisis tipo para la región. Lo anterior se traduce en que el ecosistema cuenta con una relevancia ecológica importante.

Tabla 4.16. Parámetros ecológicos estimados en las unidades de muestreo.

Nombre común	Nombre científico	No. de individuo	Abundancia relativa	Dominancia	Frecuencia	I.V.I	Peso ecológico
Guajillo	<i>Acacia</i>	8	7.69	0.48	8.108	16.28	8.173
Huele de	<i>Brosimum</i> sp.	1	0.96	0.23	2.703	3.892	1.189
Mano de	<i>Cecropia</i>	29	27.88	0.45	13.514	41.84	28.335
Totomastillo	<i>Clematis</i>	5	4.81	39.72	5.405	49.93	44.527
Acachul	<i>Clethra</i>	3	2.88	1.76	5.405	10.05	4.646
Corril	<i>Corpinus</i>	4	3.85	3.51	2.703	10.05	7.353
Sangreagrad	<i>Croton draco</i>	1	0.96	2.03	2.703	5.699	2.996
Salvia	<i>Croton</i>	2	1.92	0.16	2.703	4.786	2.084
Hierva santa	<i>Croton refl</i>	2	1.92	0.61	2.703	5.237	2.535
Colorín	<i>Erythrina</i>	2	1.92	0.04	2.703	4.666	1.963

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Chalahuitle	<i>Eysenhardtia</i>	4	3.85	4.74	5.405	13.99	8.589
Jonote	<i>Heliocarpus</i>	1	0.96	3.44	2.703	7.103	4.400
Inga	<i>Inga vera</i>	4	3.85	1.04	2.703	7.585	4.882
Palawita	<i>Jacquinia</i>	2	1.92	0.28	2.703	4.901	2.198
Nigua	<i>Miconia</i>	6	5.77	1.53	5.405	12.70	7.296
Encino	<i>Quercus sp.</i>	13	12.50	14.15	5.405	32.05	26.649
Higuerilla	<i>Ricinus</i>	1	0.96	7.89	2.703	11.54	8.847
Chapis	<i>Synqonium</i>	7	6.73	0.09	8.108	14.93	6.823
Bienvenido	<i>Tapirira</i>	3	2.88	6.44	8.108	17.43	9.328
Chaca	<i>Trema</i>	3	2.88	9.59	5.405	17.88	12.478
Trueno	<i>Xylosma sp.</i>	3	2.88	1.82	2.703	7.412	4.709

Área del tanque de recarga.

Para el número de unidades de muestreo establecidas en dicha área y que se señalan en las imágenes 4.21 y 4.22, se calculó un diámetro promedio de 0.09 m; en tanto su altura se estimó en una media de 3.94 m. La siguiente tabla se muestra los componentes de la comunidad muestreada.

Tabla 4.17. Especies identificadas en las parcelas de muestreo realizados dentro de la superficie correspondiente al área de tanque de recarga (Se presentan en orden alfabético) y su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO, AUTOR	NOM-059-SEMARNAT-
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina corallodendron</i> (L.)	
		<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega)	
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus sp.</i> (L.)	
Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i> (Schlecht.)	
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> (L.)	Sujeta a protección
	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Quercus sp.* resultó ser la especie más importante ya que obtuvo los valores más altos en los cinco aspectos estimados como son Abundancia,

Dominancia, Frecuencia, Índice de valor de importancia y Peso ecológico, solo compartiendo el valor más alto en el aspecto Frecuencia con *Miconia glaberrima*. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el área de estudio.

Derivado del número de especies identificadas en el muestreo cualitativo y con el número de individuos cuantificados en el estudio de caracterización en la superficie a impactar, se estimaron los índices de riqueza a través de tres métodos (Margalef, Gleason y Menhinick), así como el de diversidad de especies; para los cuales se obtuvieron los valores de 1.0955, 3.0268, 0.6124 respectivamente y de 0.979 para el Índice de Shannon; lo cual indica que la diversidad en el sitio se caracteriza como baja en comparación con determinaciones similares obtenidas en análisis tipo para la región. Lo anterior se traduce en que el ecosistema cuenta con una relevancia ecológica baja.

Tabla 4.18. Parámetros ecológicos estimados en las unidades de muestreo.

Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I	No. de individuos	Peso ecológico
Almendro	<i>Turpinia occidentalis</i>	1.04	27.29	7.143	35.475	1.042	28.333
Cedro	<i>Cedrela</i>	3.13	6.67	7.143	16.935	3.125	9.792
Chalahuitl	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1.04	14.62	7.143	22.804	1.042	15.662
Colorín	<i>Erythrina corallodendro</i>	6.25	9.87	21.429	37.545	6.250	16.117
Encino	<i>Quercus sp.</i>	66.67	34.27	28.571	129.51	66.667	100.943
Nigua	<i>Miconia glaberrima</i>	21.88	7.28	28.571	57.725	21.875	29.153

De los 32 Órdenes identificados en la superficie del predio mediante los muestreos realizados, destacan el Orden Sapindales al contar con una representatividad de siete familias; mientras que a nivel de especies el Orden Asterales a pesar de tener una sola Familia (Asteraceae o Compositae) destaca al contar con nueve especies representadas, al igual que el Orden Sapindales que cuenta también con nueve especies, pero distribuidas en seis Familias.

Uso de las especies en el Sistema Ambiental Regional.

Los usos más comunes que los habitantes de la cuenca le dan a las diversas especies son el comestible, medicinal, artesanal, construcción, ceremonial, ornamental e industrial.

Especies endémicas y/o en peligro de extinción.

Durante los muestreos realizados en el predio se registraron tres especies de flora silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 "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"; *Carpinus caroliniana* (Walt.) como Amenazada, *Ostrya virginiana* (P. Mill.) K. Koch como Sujeta a protección especial ambas de la Familia Betulaceae y del Orden Fagales; así como *Cedrela odorata* (L.) como Sujeta a protección especial y perteneciente al Orden Sapindales y a la Familia Meliaceae. Debido a lo anterior, como una medida de mitigación se recomendará la implementación de un Programa de rescate y reubicación de dichas especies de interés especial, así como de algunas otras en caso

de que llegaran a presentarse durante las labores de remoción de vegetación.

Fauna.

La disminución de las poblaciones de especies de fauna mayor se debe a que han sido desplazadas por la alteración en su hábitat. Hoy en día, no se tienen reportes de especies que se puedan ver afectadas por el cambio de uso de suelo en la región.

En general, no hay una abierta competencia por recursos ni espacios en esta zona, ya que existen extensiones de terreno con altas posibilidades de ser colonizadas. Otro factor que apoya este concepto es que muy pocas de las especies que habitan en la zona tienen hábitos y requerimientos alimenticios o reproductivos que requieran de recursos escasos.

Una de las interacciones bióticas que seguramente a través de los años se ha visto afectada por el cambio del paisaje, es la polinización y la dispersión de semillas y de polen, por especies como los murciélagos, mariposas y abejas. No obstante, la presencia de especies como éstas sugiere que las interacciones aún se mantengan, aunque disminuidas a causa de la alteración de la cobertura vegetal original. En gran medida, la fauna original se encuentra desplazada del área del proyecto por el intenso cambio y alteración de su hábitat. Como se ha mencionado, esta tendencia no ha cambiado ni cambiará en los años próximos. Sin embargo, aún existen condiciones para garantizar una continuidad del sistema y de la fauna que conserva sus nichos en las zonas en que el proyecto pueda destinar como área de conservación.

Diversidad Biológica de la Región

Las naciones megadiversas tienen dos características en común: la mayoría son países con influencia tropical y todas con extensión territorial considerable, con más de un millón de km² de territorio (Flores y Gerez, 1994).

Debido a la situación geográfica de México, en su territorio se sobreponen flora y fauna silvestre correspondientes a dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical, aunado a lo anterior y por ser un país tropical, montañoso y con una gran variedad de climas, México presenta una gran diversidad de flora y fauna silvestre.

México ocupa el Tercer lugar entre los países con mayor diversidad biológica. Es el primero por su fauna de reptiles (717 especies), el segundo en mamíferos (451 especies) y el cuarto en anfibios (282 especies). El 32% de la fauna nacional de vertebrados es endémica de México, y el 52% lo comparte únicamente con Mesoamérica (Toledo, 1988).

La alta diversidad biológica que México presenta y su elevado número de endemismos, es un resultado combinado de las variaciones topográficas y climáticas encontradas en su superficie, las cuales se mezclan unas con otras, creando un mosaico de condiciones ambientales y microambientales a lo largo de todo el territorio nacional. A esto se suma la compleja historia geológica de algunas de sus áreas, como es el Eje Neovolcánico y en particular en el sureste del país, en lo que se conoce como Núcleo Centroamericano (Flores y Gerez, 1994).

Referente a la fauna para la Zona Norte de Puebla, está comprende parte de las Provincias Fisiográficas de la Costera del Golfo y Sierra Madre Oriental ubicada dentro de las Provincias Hidrológicas de los ríos Cazones, Tecolutla y Pánuco donde están representados los siguientes géneros y especies:³

Mazana americana (mazate), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Tayassau tajacu* (jabalí de collar), *Canis latrans* (coyote), *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) *Lontra longicaudis* (nutria), *Conepatus leuconotus* y *Mephitis macroura* (zorrillos), *Eira barbara* (Tayra), *Galictis vittata* (grisón) *Mustela frenata* (comadreja), *Plotus flavus* (martucha), *Bassariscus astutus* (tejón), *Nasua narica* (tejón, coatí), *Procyon lotor*, (mapache), *Herpailurus yagouaroundi* (onza), *Leopardus pardalis* (ocelote), *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Lynx rufus* (lince), *Puma concolor* (puma), *Panthera onca* (pantera), *Didelphis marsupialis* (tlacuache), *Cryptotis mexicana* (musaraña), *Sylvilagus brasiliensis* (conejo), *Ateles geoffriyi* (mono araña), *Agouti paca* (agutí), *Sphiggurus mexicanus* (puerco espín) *Orthogeomys hispidus* y *Megadontomys neisoi* (tuzas), *Glaucomys volans* (ardilla voladora), *Sciurus auregaster* (ardilla gris), *Scirus deppei* (ardilla negra), *Dasypus novemcinctus* (armadillo) *Tamandua mexicana* (oso hormigero) y una gran variedad de géneros de murciélagos y roedores. Entre los primeros tenemos a:

Balantiopteryx, *Eumops*, *Molusus*, *Nyctinomops*, *Taradira*, *Normoops*, *Pteromotus*, *natalus* y *Desmodus*. Para los segundos tenemos a: *Liomys*,

³ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado, México.

Microtus, Habromys, Megadontomis, Oligoryzomys, Oryzomys y Peromiscus (Arita y Conabio, 1999, Ramirez-Pulido et al, 1983).

Fauna característica de la zona

En el estado de Puebla existen 72 especies de anfibios y 143 de reptiles, entre los cuales hay 78 especies de serpientes, lo que representa el 23% del total del país (Benítez, 1997).

La fauna silvestre en general y en particular los vertebrados terrestres mamíferos, aves, reptiles y anfibios, son componentes fundamentales de los ecosistemas. Desempeñan varios papeles importantes, dentro de los ciclos de materia y flujos de energía, que permiten la existencia de las comunidades y los ecosistemas. Son importantes como control de poblaciones de plantas e insectos, como polinizadores, depredadores y dispersores de semillas. El inventario de estos grupos resulta indispensable para la formulación de algún tipo de aprovechamiento territorial, ya que es posible determinar con qué recursos se cuenta, permitiendo así su integración dentro de los planes y programas de manejo y aprovechamiento sustentable. De tal forma, para la descripción de la fauna, se consideraron exclusivamente los cuatro grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) dado que no existen cuerpos de agua relevantes dentro del área de estudio como para incluir al grupo de peces.

De acuerdo con SEMARNAT, las evaluaciones de fauna silvestre para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) deben satisfacer los siguientes objetivos:

- 1) Seleccionar un grupo faunístico que describa la estabilidad (o desequilibrio) ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto o la actividad.
- 2) Identificar a especies con algún régimen de protección derivado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión, cambio-lista de especies en riesgo, y el CITES 2005, (Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, por sus siglas en inglés).
- 3) Considerar a aquellas especies que pudieran ser afectadas por el establecimiento del proyecto y que no se encuentran en algún régimen de protección.

Para propósitos del proyecto, se eligió a los vertebrados (peces, reptiles, aves y mamíferos) como el grupo faunístico “indicador” de la estabilidad ambiental del sitio, ya que se trata del componente faunístico que exhibe el menor número de limitantes ocasionadas por las dificultades taxonómicas inherentes al grupo, escalas espaciales de su distribución o su estacionalidad, atributos que facilitan el cumplimiento de los objetivos planteados por la SEMARNAT para la evaluación de la fauna silvestre.

Metodología y técnicas de captura.

Los trabajos específicos para el estudio faunísticos se describen a continuación.

I - Revisión bibliográfica

Como parte de los trabajos previos a las actividades de campo y para obtener el listado taxonómico teórico de la zona de interés se realizó una revisión bibliográfica (ARANDA, 1981; Flores-Villela, 1990; Peterson, 1989) para los cuatro grupos de vertebrados. Esta revisión documental permitió diseñar las actividades específicas a desarrollar, tendientes a cumplir los objetivos previamente planteados. Así pues, se consultaron y analizaron los resultados de trabajos anteriormente realizados en la zona, principalmente con vertebrados terrestres. Como resultado de esta revisión se obtuvieron los listados taxonómicos hipotéticos para peces, reptiles, aves y mamíferos.

II - Muestreo de campo en la zona de estudio

Del trabajo de investigación bibliográfica y del trabajo de campo, se toma como referencia y se reconoce una fauna potencial (distribución regional) la zona de Cuetzalan, considerándose de alrededor de 546 especies. Para el grupo de aves, se tienen reportadas 322 especies, conforme a la información proporcionada por la Red de Conocimiento sobre las Aves de México (AVESMX). Para los reptiles se tienen reportadas 53 especies, con base en los trabajos de Gutierrez-Mayén (2000), y el de Flores-Villelas y Perez-Mendoza (2006). Por otro lado, para los mamíferos se tienen reportadas alrededor de 171 especies con distribución potencial. Se realizó una salida de campo de cinco días de trabajo a la zona del proyecto, a fin de coleccionar e identificar las especies presentes actualmente en el área de interés. Se muestreó intensivamente la superficie del predio donde se instalará el proyecto. La posición de los sitios se determinó con un GPS marca Garmin y con la ayuda de un mapa topográfico de INEGI, escala

1:50 000 (INEGI, 1989). La colecta de material biológico se realizó de acuerdo a técnicas estándar para cada grupo, esto es:

Reptiles. Para el caso de este grupo, se realizaron recorridos en la superficie del proyecto con el fin de registrar hábitats potenciales para dicho grupo, por lo que se llevó a cabo mediante búsqueda directa debajo de piedras, en grietas de rocas, bajo troncos, hojarasca y cerca de los arroyos; se utilizaron ligas y gancho herpetológico para captura de reptiles. En la tabla siguiente se presentan las especies identificadas en dichos muestreos.

Tabla 4.19. Especies de reptiles registradas en los transectos de campo.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor berkenbuschill</i>	Rana ladrona de Berkenbusch	Sujeta a protección especial
		<i>Craugastor decoratus</i>	Rana ladrona adornada	Sujeta a protección especial
		<i>Craugastor sp.</i>	Rana	No incluida
	Hylidae	<i>Hyla plicata</i>	Rana de árbol plegada o surcada	Amenazada
Caudata	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea cephalica</i>	Tlaconete pinto	Amenazada
Squamata	Colubridae	<i>Conopsis lineata</i>	Culebra de tierra	No incluida
		<i>Conopsis sp.</i>	Cuelbra	No incluida
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija escamosa llanera	No incluida
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mesquite	Sujeta a protección especial
		<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Chintete, lagartija escamosa escamas grandes	Sujeta a protección especial
		<i>Sceloporus mucronatus</i>	Chintete, lagartija escamosa de grieta suereña	No incluida
		<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija escamosa barrada	No incluida
	Scincidae	<i>Eumeces lynxe</i>	Eslizón encinero	Sujeta a

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				protección especial
		<i>Scincella silvicola</i>	Encinela de Taylor	Amenazada
	Teiidae	<i>Cnemidophorus gularis gularis</i>	Lagartija cola de latigo	No incluida

Aves. Para la colecta de aves, se realizó una búsqueda intensiva de especies en todos los hábitats comprendidos dentro del proyecto, en recorridos exhaustivos concentrados durante las tres primeras horas inmediatamente posteriores al amanecer y durante las tres horas precedentes a la puesta del sol. En estos recorridos, se llevó el registro pormenorizado de todas las especies vistas y/u oídas en cada hábitat, su localización (tipo de hábitat, estrato vegetal) y su actividad (alimentación, descanso, actividades reproductivas, canto, etc.). Las especies observadas de manera oportunista durante el intervalo comprendido entre los dos períodos de observación, fueron igualmente registradas, aunque este tiempo fue empleado para otras actividades, tales como recorridos de sitios y búsqueda de nidos, así como, restos de plumas. Los recorridos en campo se hicieron empleando binoculares y guías de aves (Robbins et al., 1966; Peterson & Chalif, 1989).

Tabla 4.20. Especies de aves silvestres registradas en los transectos de campo y su inclusión en la Norma de referencia.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Paseriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorrirufu	No incluida
	Troglodytidae	<i>Thryothorus</i>	---	No incluida
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina pueblera	No incluida
	Icteridae	<i>Psarocolius</i>	Zacua mayor	Sujeto a

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		<i>montezuma</i>		protección especial
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojirrojo	No incluida
	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	No incluida
Ciconiiformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguilla caminera	No incluida
	Ciconiidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	No incluida
	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío	No incluida
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba sp.</i>	Paloma	No incluida
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	No incluida
Craciformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	No incluida
Strigiformes	Strigidae	<i>Strix virgata</i>	Búho	No incluida

Mamíferos. Para mamíferos se emplearon trampas de golpe (ratoneras) Víctor, especiales para la colecta de ejemplares de museo y trampas plegables Sherman principalmente para roedores.

Estas trampas se colocaron a lo largo de transectos con una separación aproximada de 10 a 15 m, se cebaron con avena para atraer a los ratones y otros mamíferos pequeños. La colocación de tales trampas se realizó al atardecer y se revisaron a lo largo de la noche, dejándose hasta el día siguiente. En algunas ocasiones fueron colocadas dentro de sitios estratégicos, por ejemplo, cercanas a fuertes evidencias de actividad animal, anexas a madrigueras y refugios.

Para mamíferos medianos y grandes se realizó el registro mediante rastros, huellas y excretas, con la ayuda de guías de campo (Aranda, 1981). La identificación de huellas se realiza en campo mediante la medición y

análisis de las características de los dedos, plantas y palmas, así como del ancho, largo y distancia entre huellas de mano y pata.

Tabla 4.21. Especies de mamíferos observados en la superficie del proyecto.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Carnívora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	No incluida
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	No incluida
Didelphimorphia	Didelphinae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No incluida
Rodentía	Muridae	<i>Neotoma sp.</i>	Rata	No incluida
		<i>Rattus rattus</i>	Rata	No incluida

III - Actividades de gabinete

Una vez que la jornada de campo se concluyó, la información se depuró para permitir un análisis final de las observaciones, esta depuración consistió en análisis de notas obtenidas en campo y de aquellas imágenes digitales que en su momento no fueron interpretadas de forma completa.

Cabe mencionar que dadas las características climáticas del lugar, la mayor actividad faunística se realiza a partir del crepúsculo y hasta las primeras horas de la mañana. Lo anterior no implica que sea imposible la observación de especies durante el transcurso del día, sin embargo, para algunos grupos específicos, las posibilidades de avistamiento disminuyen de forma notable, y para otros, es prácticamente imposible.

A partir de los avistamientos realizados, la mayor población de individuos, en términos relativos, es aquella formada por liebres y mamíferos de tamaño pequeño (roedores), los cuales son alimento de individuos

depredadores como las serpientes, halcones y coyotes, además, su presencia nos indica que son especies perfectamente adaptadas a las condiciones ecológicas del sitio.

En caso de ser necesario y para efectos de conocer la estacionalidad y zonificación de los grupos faunísticos presentes en la zona, se realizarán estudios *ad hoc* para este caso, tomando en consideración las características fenológicas, reproductivas, evolutivas, etc. de las especies ahí presentes, así como de la necesidad de contar con los tiempos correctos y apropiados para dicha actividad, que por lo regular comprende ciclos anuales.

Cabe mencionar que la literatura respecto a inventarios faunísticos así como el conocimiento de los lugareños indican la presencia de otras especies de interés, más sin embargo, en los recorridos de campo no fue posible hallar evidencias de su presencia.

Especies de fauna silvestre endémica y/o en peligro de extinción.

En resumen, se registraron 26 especies de fauna silvestre para el área de estudio, repartidos por las clases de la siguiente manera: 13 aves, 5 mamíferos y 15 reptiles; documentándose de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.- "*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*", encontrándose 5 especies de reptiles en la categoría de sujetas a protección especial y 3 especies en la categoría de amenazadas, tal y como se señala en la tabla 4.7; asimismo para las

especies de aves únicamente se documentó una especie como especie sujeta a protección especial.

Debido a lo anterior y a que el proyecto contempla disminuir al mínimo la pérdida de especies en estatus de riesgo ecológico, se recomendará la elaboración y ejecución de un Programa de rescate de especies de vida silvestre a fin de proteger cualquier individuo que pudiera observarse en el sitio previo a las actividades de desmonte y despalme del suelo.

Uso de las especies en el SAR del proyecto.

El uso tradicional de los animales silvestres en la zona lo representa principalmente el comercio de algunas especies de aves para su uso como ornato principalmente; sin embargo, dentro de la superficie del proyecto no se observaron dichas prácticas.

Por otra parte, se integra de manera de resumen el estudio sobre la evaluación de las comunidades acuáticas y riparias en el área de influencia del proyecto, el cual tiene como objetivo determinar la distribución y la riqueza de las especies acuáticas y riparias en el tramo de afectación por la realización del proyecto.

Fauna silvestre acuática.

El objetivo fue determinar la distribución y riqueza de especies acuáticas y riparias (peces, decápodos, anfibios) en el tramo de afectación por el proyecto; así como determinar la distribución de estos mismos componentes en la microcuenca, tal y como se establece en los

siguientes objetivos particulares:

- Analizar con la información disponible de campo y bibliográfica, que tan biodiversa es la microcuenca en comparación con otras de la misma subcuenca u otras regiones de Puebla.
- Determinar y caracterizar la estructura comunitaria por hábitat, de aquellas comunidades que puedan ser empleadas como bioindicadoras de caudales ecológicos (por la experiencia del grupo de trabajo y por ser dos de las comunidades con las que se tiene más experiencia en el ámbito internacional se proponen los peces y los decápodos).
- Determinar y caracterizar los diferentes hábitats presentes en el tramo a afectar y en otros tramos de la microcuenca con la finalidad de establecer las preferencias ambientales de los peces y los decápodos.

Para determinar la fauna silvestre acuática en el sitio se desarrolló el siguiente procedimiento:

- a) Revisión bibliográfica de las especies acuáticas y raparías para la región, así como información sobre su distribución y los requerimientos de hábitat de las especies presentes en el área de estudio.
- b) Se seleccionaron 2 puntos estratégicos dentro del SAR (aguas arriba de la cortina entre los 1000 – 1200 msnm y aguas abajo de la cortina entre los 1000 -500 msnm).
- c) Se colectaron en los 2 puntos, todos los posibles hábitats diferentes. La pesca, se realizó a partir de un equipo de electropesca con recorridos de aguas arriba seleccionando cada uno de los

diferentes hábitats. Para el caso de los anfibios se realizaron recorridos en las riberas del río con redes de cuchara, para la captura de este grupo.

- d) En los sitios de muestreo se identifican los componentes de la vegetación riparia y acuática empleando para ello los criterios de Rzendowski (1981), Cook (1996), Lot y colaboradores (1999), Bonilla y Novello (1995).

Resultados del estudio.

Fauna acuática colectada.

La fauna que se recolectó en los 2 puntos de muestreo se compone de 9 especies de peces, 3 de anfibios y 4 decápodos.

La **ictiofauna**, presenta 7 especies nativas y dos introducidas, ninguna de estas se encuentra dentro de los criterios de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de la IUCN. Sin embargo, es importante hacer notar que las especies *Dionda ipni*, *Astyanax mexicanus*, *Heterandria jonesii* y *Herichthys deppii* son endémicas de México, en tanto que *Gobiomorus dormitor* es una especie cuya distribución comprende la vertiente atlántica del continente, desde Florida y Texas, hasta Surinam. Finalmente *Agonostomus monticola* y *Awaous banana* son especies, que se distribuyen en ambas vertientes de América. Se capturó un total de 609 ejemplares.

Con respecto al análisis geográfico-ambiental de la ictiofauna señala con claridad un patrón altitudinal. Así, en los arroyos afluentes del río Apulco, ubicados por arriba de los 1000 msnm, originalmente solo se presentaba *Heterandria jonesii*, pero como consecuencia de la

actividad trufícola en las cabeceras de este río, en la actualidad se pueden capturar con suma facilidad un buen número de truchas arcoíris (incluidos ejemplares de talla comercial: 300 a 350 mm L.P.). Por debajo de los 1,000 mmsn y hasta aproximadamente 700 msnm, además de *Heterandria jonesii*, se detectó la presencia de dos ciprínidos, *Dionda ipni* (nativo) y *Cyprinus carpio* (introducido), para finalmente encontrar la mayor riqueza específica (8 especies) y abundancia de peces en niveles inferiores a los 500 msnm, donde además encontramos especies pertenecientes a grupos cuya distribución altitudinal puede alcanzar hasta la planicie costera de los ríos (*Astyanax mexicanus*, *Herichthys depii*, *Agonostomus monticola*, *Gobiomorus dormitor* y *Awaous banana*).

Por debajo de los 1,000 mmsn y hasta aproximadamente 700 msnm, además de *Heterandria jonesii*, se detectó la presencia de tres ciprínidos, *Dionda ipni* (nativo), *Cyprinus carpio* y *Oncorhynchus Mikiss* (introducidos), para finalmente encontrar la mayor riqueza específica (9 especies) y abundancia de peces en niveles inferiores a los 500 msnm, donde además encontramos especies pertenecientes a grupos cuya distribución altitudinal puede alcanzar hasta la planicie costera de los ríos (*Astyanax mexicanus*, *Herichthys depii*, *Agonostomus monticola*, *Gobiomorus dormitor* y *Awaous banana*).

Decápodos. Se capturaron 39 ejemplares pertenecientes a 6 especies, prácticamente la totalidad individuos (37) y especies (5) proceden aguas debajo de la cortina a 400 msnm (37), en tanto, sólo se registra un individuo de *Cambarellus montezumae* y otro de *Procambarus sp*, aguas arriba de la cortina a 1232 msnm. Así, las especies de *Macrobrachium* (M.

acanthurus, *M. carcinus* y *M. heterochirus*) que son las de interés comercial se encuentran limitadas, en esta cuenca, a los 400 msnm.

Conclusiones.

De los peces colectados, se detectó la presencia de 2 especies introducidas *Oncorhynchus mikiss* y *Cyprinus carpio*, la primera muy abundante y restringida a los afluentes altos.

El gradiente altitudinal determina la complejidad ambiental del río Apulco y el gradiente de heterogeneidad ambiental es el resultado principalmente del tipo de sustrato, cobertura del dosel, vegetación y temperatura, lo que permite la supervivencia de las especies que habitan las aguas del Río Apulco, sin bien es cierto, fueron pocas las especies de ictiofauna que se lograron observar y/o coleccionar. Consideramos que lo anterior se debe a los diversos impactos antropogénicos que presenta el río Apulco, entre las que se encuentran: descargas directas de aguas residuales, extracción de materiales pétreos, disposición final inadecuada de envases vacíos de agroquímicos, entre otros.

En cuanto a los peces existen evidencias de que las dos especies presentes en el tramo (*Dionda ipni* y *Heterandria jones*) podrán mantenerse en condiciones lénticas, tal y como sucedió en el vaso de la presa Necaxa.

Por debajo de este punto, si se mantiene un caudal que asegure el mantenimiento de pozas de entre 20 y 40 cm de profundidad durante la época de estiaje, es muy probable que las dos

especies de peces puedan mantenerse, por lo que el diseño para las obras se basa en el estudio hidrológico para el río apulco en la zona del proyecto, permitiendo así un gasto de diseño par $12 \text{ m}^3/\text{s}$ que permite la generación de 15 Mw sin afectar el habitat de las especies que se encuentran en el río.

Prácticamente todas las especies se distribuyen por abajo del área de afectación e incluso la diversidad, riqueza específica y abundancia de toda la fauna es mayor, lo que nos indica que las condiciones ambientales en esta zona son más favorables.

En la actualidad, los peces son uno de los grupos de vertebrados más vulnerables a los cambios de su hábitat, toda vez que, son indicadores del estado de salud del ecosistema donde viven, sin embargo el proyecto mediante un Análisis hidroenergético, se realizaron los funcionamientos de vaso para diferentes condiciones de equipamiento, considerando siempre 2 unidades de capacidad variable (9 y $3 \text{ m}^3/\text{s}$), en el supuesto de que la de menor capacidad, pueda aprovechar los escurrimientos en la época de estiaje y con ello el gasto ecológico.

Calculo del gasto ecológico.

De acuerdo con la clasificación de la zona, se observa que la norma indica que se requiere de un gasto ecológico del 100% del gasto medio mensual para la época de estiaje, mientras que para el periodo de avenidas, se requiere de un gasto ecológico correspondiente a un 60% del gasto medio mensual, tal como se señala en la tabla siguiente:

Tabla 4.22. Recomendaciones de % de caudales relacionados con su objetivo ecológico (ref. Norma NMX-AA-159-SCFI-2012)

Objetivo ambiental	Periodo Estiaje		Periodo Avenida	
	%EMA	% Qmi	%EMA	% Qmi
A	30%	100%	60%	50%
B	20%	80%	40%	40%
C	15%	60%	30%	30%
D	5%	40%	10%	20%

Donde

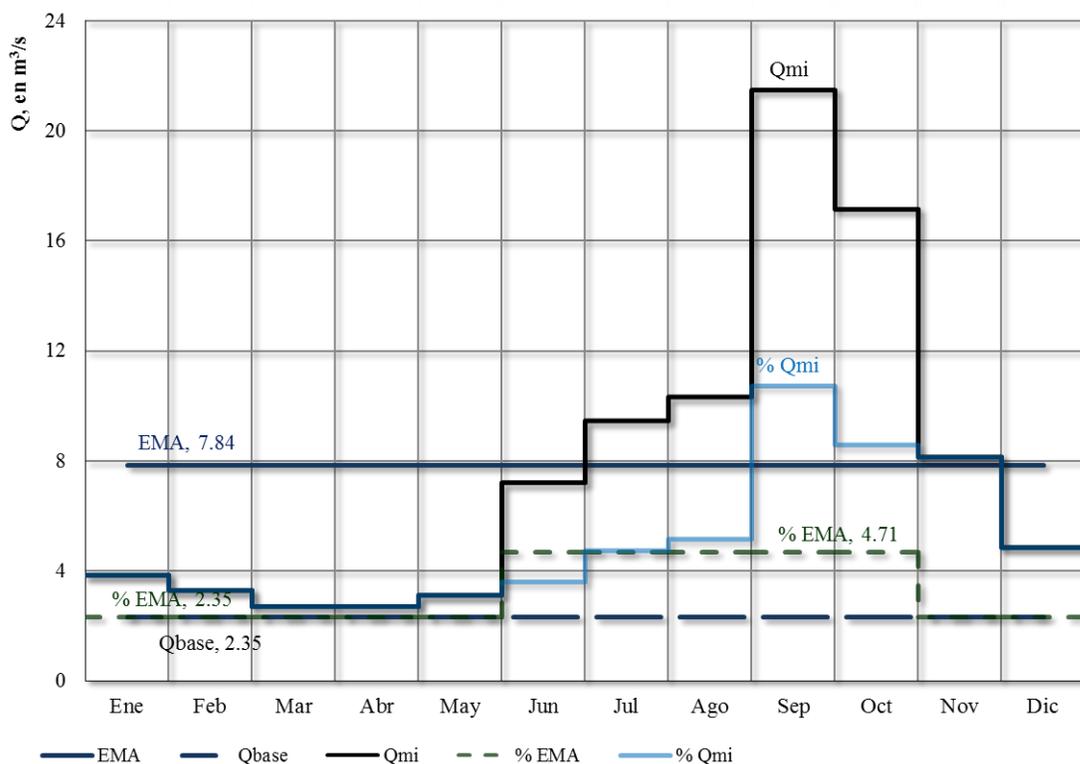
- Q_{mi} Es el gasto medio mensual para el mes i, en m³/s.
- Q_{Máx} Es el gasto máximo mensual del registro de gastos medios mensuales para el mes i, en m³/s.
- Q_{Mín} Es el gasto mínimo mensual del registro de gastos medios mensuales para el mes i, en m³/s.
- EMA Escurrimiento medio anual.
- % Q_{mi} Es el gasto ecológico a partir del gasto medio mensual para el mes i, en m³/s, de acuerdo con las tablas señaladas en el estudio hidrológico (se anexa).
- % EMA Es el gasto ecológico a partir del escurrimiento medio anual, en m³/s, de acuerdo con las tablas señaladas en el estudio hidrológico (se anexa).

Para la Estimación del Agua Disponible se utilizaron los registros de gastos medios mensuales provenientes de los registros de gastos medios diarios, para determinar los periodos de estiaje y de avenidas para los proyectos en el río Apulco que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.23. Estimación de caudal ecológico para el proyecto

Gastos, en m ³ /s	Estiaje					Avenidas					Estiaje	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Q _{mi}	3.83	3.28	2.73	2.71	3.10	7.18	9.45	10.31	21.51	17.16	8.14	4.85
Q _{Max}	10.74	6.16	4.66	4.73	8.59	24.44	21.32	31.14	86.71	42.52	21.45	8.72
Q _{Min}	2.15	2.14	2.01	1.34	1.54	1.95	3.28	3.10	3.57	6.83	2.99	2.53
EMA	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84
% EMA	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	2.35	2.35
% Q _{mi}	3.83	3.28	2.73	2.71	3.10	3.59	4.73	5.16	10.76	8.58	8.14	4.85
Q _{base}	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35

Gráfica 4.4. Gastos medios mensuales en la captación del proyecto, en el río Apulco



Por este motivo, y debido a que el caudal ecológico representa un

volumen importante del gasto escurrido, se propuso que, para mantener un aprovechamiento óptimo del agua, se podría considerar un arreglo de equipamiento que considere una unidad para generación con el gasto ecológico y otra que en la época de avenidas pueda aprovechar un mayor volumen, con lo cual se obtendría un esquema con dos unidades de generación y no se comprometería el caudal del río Apulco, permitiendo la supervivencia de las especies existentes en ella.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

Los medios físicos y sociales se encuentran íntimamente vinculados, ya que conforman un sistema receptor de las alteraciones producidas en el medio físico.

El ambiente socioeconómico y cultural, está caracterizado por factores de las organizaciones económicas, infraestructura, servicios básicos y recursos culturales recreacionales.

Este apartado, considera una descripción socioeconómica de los municipios de Zacapoaxtla, Cuetzalan del Progreso y Tlatlauquitepec, en el estado de Puebla, para la descripción de los datos de población estos fueron referidos principalmente del II Censo de Población y Vivienda 2005 y del Censo de Población y Vivienda 2010, así como los concentrados estadísticos del INEGI, Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 del INEGI, de la información disponible por municipios de la Unidad de Microregiones de la SEDESOL, la clasificación de los municipios por medio de los instrumentos del Consejo Nacional de Población (CONAPO), y los datos

disponibles del Índice de Desarrollo Humano Municipal, informe disponible en la Oficina Nacional de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y los Mapas e Índices de Pobreza y Rezago Social 2005 del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), lo anterior para poder llevar a cabo el análisis que incluirá una descripción de las características generales del municipio, por lo que se mencionarán los datos más relevantes de cada uno de los municipios.

- **Indicadores Sociodemográficos.**

Tomando como base la información del INEGI (2010), el 5.14% de la población nacional se encuentra en el estado de Puebla (5,779,829 hab.). Específicamente, para las localidades del proyecto se dan los siguientes datos:

Tabla 4.24. Datos de población de los municipios que ocupa el proyecto.

Lugar	Población total 2010	% del estado	Superficie Km ²	Dens. de Pob. (Hab/km ²)
Puebla	5,779,829		34,306	168
Cuetzalan del Progreso	47,433	0.82	182.22	261.31
Zacapoaxtla	53,295	0.92	188.81	282
Tlatlauquitepec	51,495	0.89	246.22	209

Municipio de Cuetzalan del Progreso.

El municipio de Cuetzalan del Progreso colinda al norte con los municipios de Jonotla y Tenampulco; al Este: con Ayotoxco de Guerrero y Tlatlauquitepec; al Sur: con Zacapoaxtla; y al Oeste: con Zoquiapan.

Para el municipio de Cuetzalan del Progreso se detallan los siguientes datos sociodemográficos:

- La población total del municipio en 2010 fue de 47,433 personas, lo cual representó el 0.8% de la población en el estado.
- En el mismo año había en el municipio 10,662 hogares (0.8% del total de hogares en la entidad), de los cuales 2,553 estaban encabezados por jefas de familia (0.7% del total de la entidad).
- El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.5 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4.2 integrantes.
- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 6.2, frente al grado promedio de escolaridad de 8 en la entidad.
- En 2010, el municipio contaba con 104 escuelas preescolares (2.1% del total estatal), 98 primarias (2.1% del total) y 30 secundarias (1.4%). Además, el municipio contaba con 13 bachilleratos (1%), una escuela de profesional técnico (0.6%) y una escuela de formación para el trabajo. (0.4%). El municipio también contaba con 38 primarias indígenas (5.1%).
- Las unidades médicas en el municipio eran 18 (1.5% del total de unidades médicas del estado).
- El personal médico era de 50 personas (0.6% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 2.8, frente a la razón de 7.5 en todo el estado.

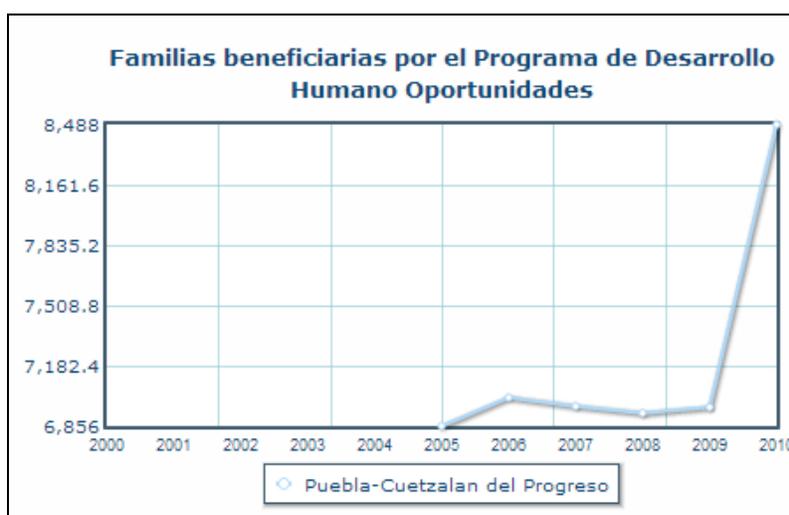
Tabla 4.25. Datos de indicadores Sociodemográficos, SEDESOL 2010.

INDICADOR	CUETZALAN DEL PROGRESO (MUNICIPIO)	PUEBLA (ESTADO)
Población total, 2010	47,433	5,779,829
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	10,662	1,373,772
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	4.5	4.2
Hogares con jefatura femenina, 2010	2,553	348,045
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	6.2	8
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	246	13,233
Personal médico (personas), 2010	50	8,763
Unidades médicas, 2010	18	1,173
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	3.4	2.8
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	4.1	3.9

Fuentes: Elaboración propia con información del INEGI y CONEVAL.

Con respecto a la clasificación de la CONAPO el municipio se determina como “No urbano”, siendo un municipio que cuenta con 148 localidades beneficiadas por el Programa de Desarrollo Humano Oportunidades, viéndose beneficiadas 8,488 familias. (INEGI 2010).

Grafica 4.5. Familias beneficiarias por el PDHO, INEGI 2010.



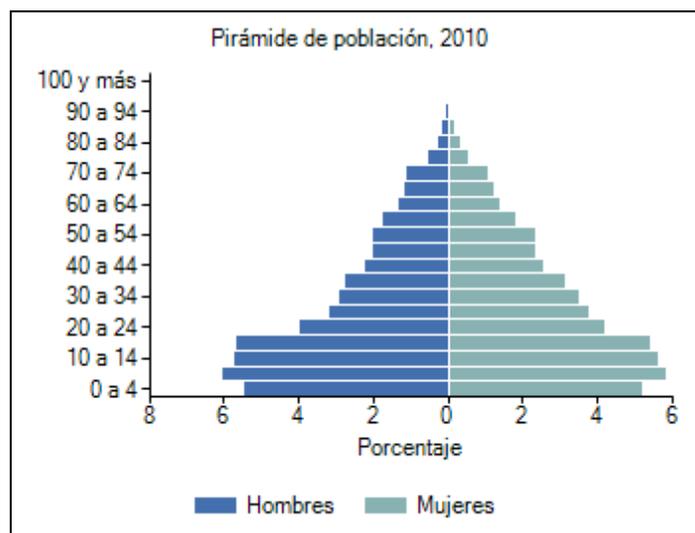
Para el municipio de Cuetzalan del Progreso presenta en su población una pirámide de edad según sexo, la cual se agrupa en rangos de edad quinquenales, en esta se expresa una pirámide equilibrada en los rangos de edad, expresando que existe una parte importante de la población dentro del rango comprendido entre los 10 a 19 años, lo que hace evidente una población adolescente y juvenil que deberá tomarse en cuenta para la educación y atenciones dirigidas a ese grupo de edad.

Tabla 4.26. Relación de población, por edad y sexo, INEGI 2010.

Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, 2010			
Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	5,058	2,593	2,465
5 a 9 años	5,662	2,883	2,779
10 a 14 años	5,415	2,726	2,689
15 a 19 años	5,275	2,697	2,578
20 a 24 años	3,913	1,910	2,003
25 a 29 años	3,333	1,529	1,804
30 a 34 años	3,076	1,403	1,673
35 a 39 años	2,836	1,329	1,507
40 a 44 años	2,291	1,073	1,218
45 a 49 años	2,085	973	1,112
50 a 54 años	2,088	976	1,112
55 a 59 años	1,710	849	861
60 a 64 años	1,315	635	680
65 a 69 años	1,172	577	595
70 a 74 años	1,051	543	508
75 a 79 años	534	271	263
80 a 84 años	308	137	171
85 a 89 años	167	77	90
90 a 94 años	84	36	48
95 a 99 años	30	09	21
100 y más	14	06	08
No especificado	16	08	08
Total	47,433	23,240	24,193

Fuente: INEGI. [Censo de Población y Vivienda 2010](#).

Gráfica 4.6. Pirámide de Población del municipio, SEDESOL 2010.

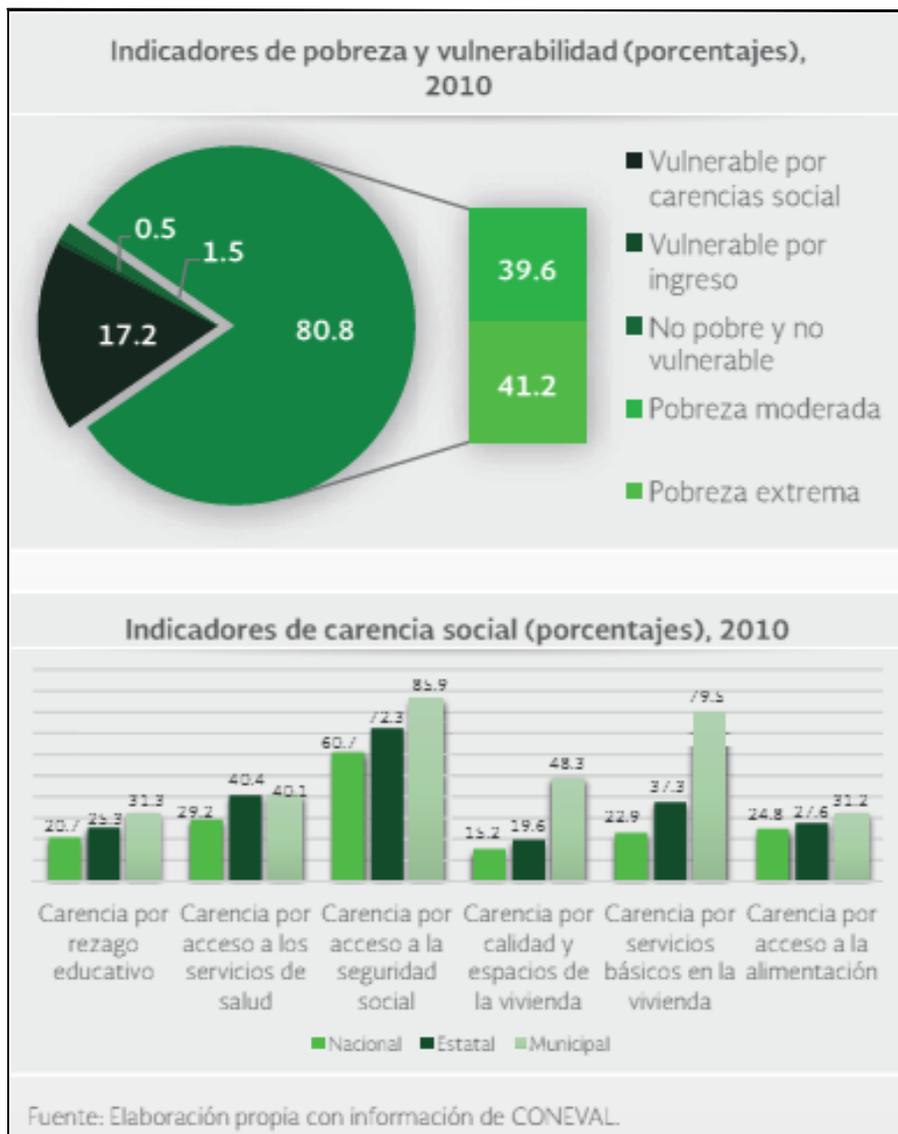


Medición multidimensional de la pobreza expresada por la SEDESOL 2010.

- En 2010, 24,185 individuos (80.8% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 11,855 (39.6%) presentaban pobreza moderada y 12,330 (41.2%) estaban en pobreza extrema.
- En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 31.3% de la población, lo que significa que 9,367 individuos presentaron esta carencia social.
- En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 40.1%, equivalente a 11,991 personas.
- La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 85.9% de la población, es decir 25,719 personas se encontraban bajo esta condición.
- El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 48.3% (14,459 personas).

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

- El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 79.5%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 23,793 personas.
- La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 31.2%, es decir una población de 9,332 personas.



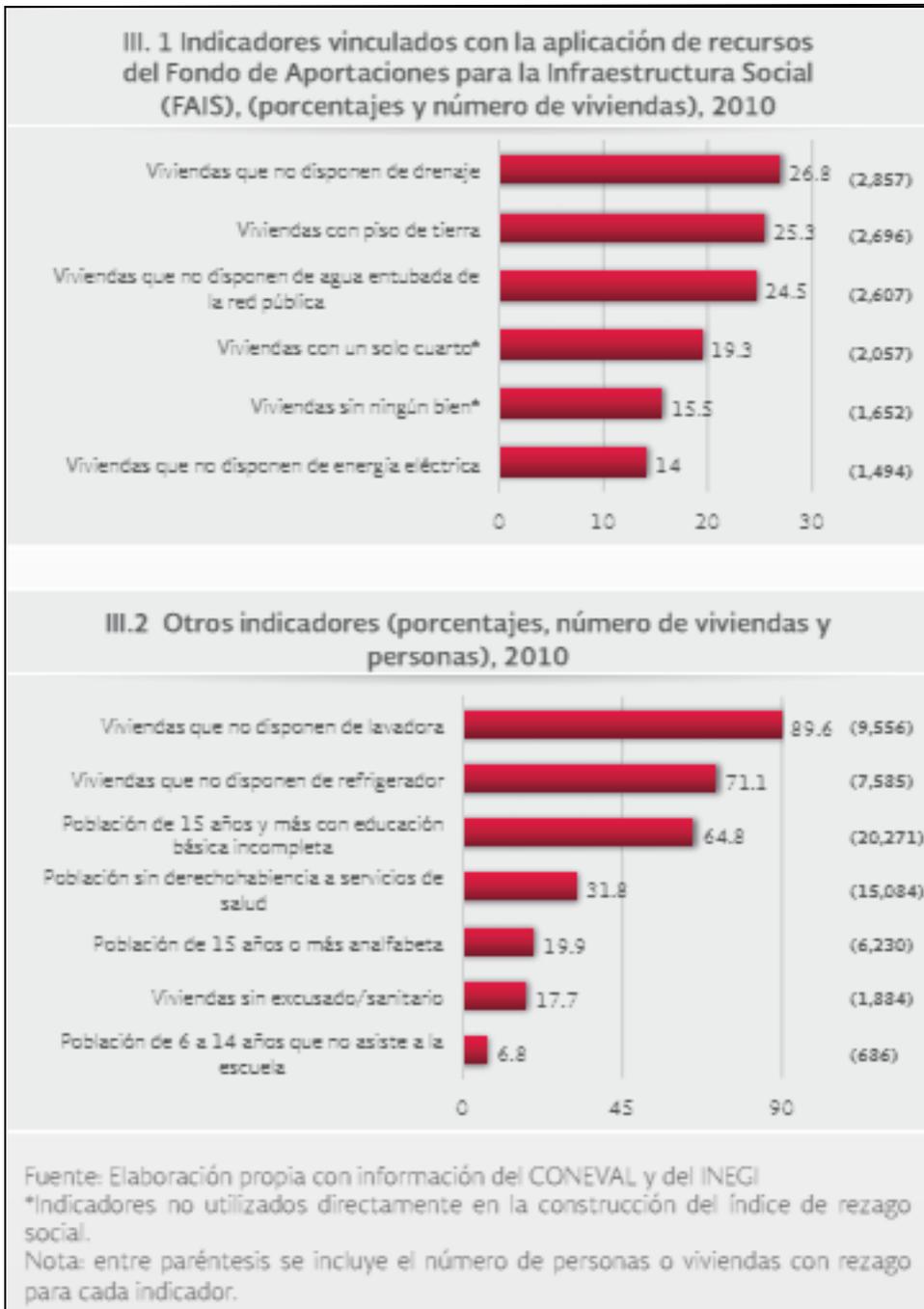
Grafica 4. 7. Medición multidimensional de la pobreza, SEDESOL 2010

Índice de pobreza para el municipio de Cuetzalan del Progreso.

Para el caso del municipio de Cuetzalan del Progreso, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) presenta datos comparativos de diversos tipos de pobreza para el municipio. Los datos expresados en porcentaje se anotan comparativamente a tres niveles escalares a nivel Nacional, Estatal y Municipal, revelando claramente un nivel de pobreza elevado al ser comparado a estos niveles.

Es necesario aclarar los siguientes términos ya que se expresan para el municipio de Cuetzalan como un grupo de factores interdependientes y que implican desarrollar una adecuada atención de estos elementos para el desarrollo sostenible del municipio en un futuro cercano y de largo plazo.

- Viviendas que no disponen de drenaje (26.8% del total), viviendas con piso de tierra (25.3%), viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (24.5%), viviendas con un solo cuarto (19.3%), viviendas sin ningún bien (15.5%) y viviendas que no disponen de energía eléctrica (14%).
- Viviendas que no disponen de lavadora (89.6% del total), viviendas que no disponen de refrigerador (71.1%), población de 15 años y más con educación básica incompleta (64.8%), población sin derechohabiencia a servicios de salud (31.8%), población de 15 años o más analfabeta (19.9%), viviendas sin excusado/sanitario (17.7%) y población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (6.8%).



Grafica 4.8. Indicadores asociados al índice de rezago social.

Análisis económico del municipio de Cuetzalan.

El presente apartado pretende identificar dentro de los sectores productivos del municipio aquellos que nos permitan general un panorama de sus actividades, con ello determinar cuál es el potencial económico y productivo del municipio, así también generar las expectativas sobre su desarrollo de largo plazo, por lo que el INEGI reporto para el 2011 los siguientes datos de las actividades primarias, secundarias y terciarias del municipio.

Actividades primarias.

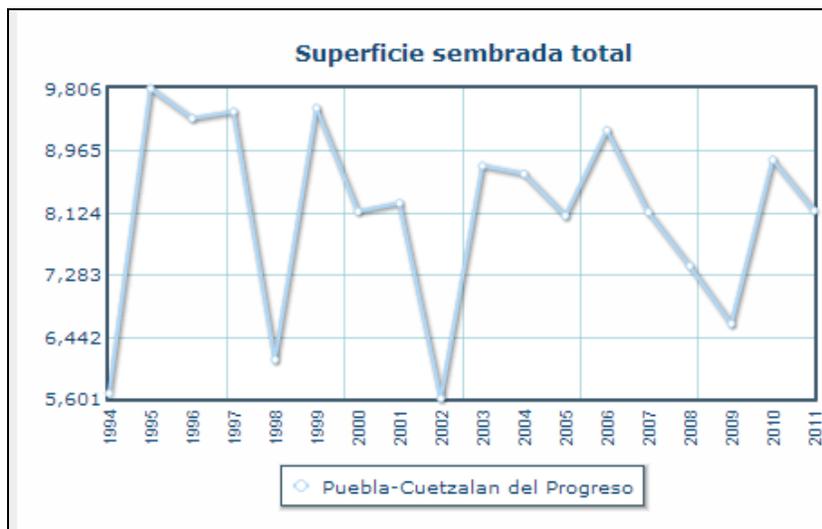
Para el municipio de Cuetzalan las actividades primarias está formado por las actividades agrícolas y ganaderas, y estas son el soporte de todas las actividades económicas del municipio, por lo que es importante conocerlas con detalle, ya que tienen una estrecha relación con los demás componentes tanto demográficos como sociales y económicos, son de una gran importancia estratégica para entender la estructura productiva de cada municipio.

En la tabla siguiente, se presenta un concentrado de estas actividades, siendo la actividad más preponderante la de cultivo de maíz, seguido de otro tipos de cultivos nacionales; asimismo el principal producto cárnico es el de bovino y porcino.

Tabla 4.27. Actividades primarias reportadas por el INEGI 2011.

Economía	Cuetzalan	Puebla
Superficie sembrada total (Has)	8,148	1,011,921
Superficie sembrada de maíz grano (Has)	3,170	589,087
Sup. sembrada resto de cultivos nacionales (Has)	4,978	277,701
Superficies cosechada total (Has)	7,698	829,994
Superficie cosechada del resto de cultivos nacionales (Has)	4,978	235,633
Vol. de producción de maíz grano (Ton)	1,080	611,805
Superficie sembrada de temporal (Has)	8,148	847,944
Valor de la producción de maíz grano (miles de pesos)	4,572	2,655,187
Vol. de la producción de carne en canal de bovino (Ton)	129	39,503
Vol. de la producción de carne en canal de porcino (Ton)	119	115,270

Grafica 4.9. Superficie sembrada total de cultivos, INEGI 2011



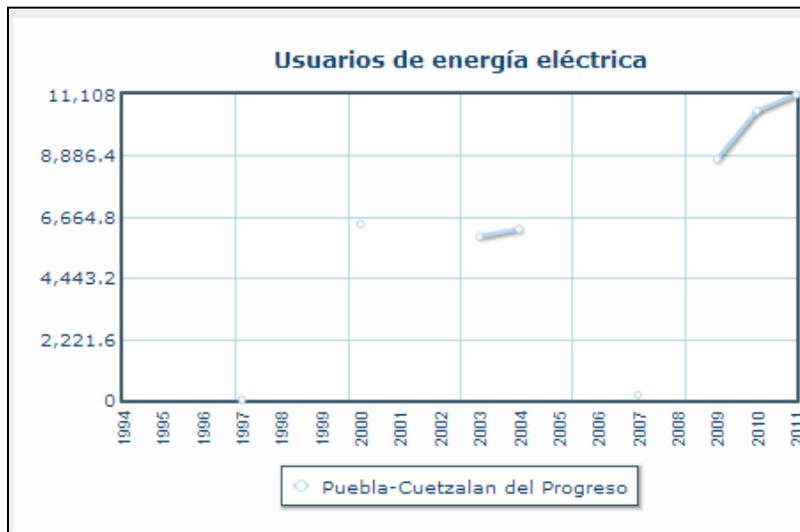
Actividades secundarias.

Para el municipio de Cuetzalan las actividades secundarias referidas por el INEGI en el año 2011, se vierten en la siguiente tabla, en ella se revela que la actividad preponderante es la que depende de la generación de energía eléctrica.

Tabla 4.28. Actividades secundarias, INEGI 2011.

Actividades secundarias Ver básicos		
 Usuarios de energía eléctrica, 2011	11,108	1,772,256
 Volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora), 2011	10,934	7,406,781
 Valor de las ventas de energía eléctrica (Miles de pesos), 2011	15,060	10,446,380
 Inversión pública ejercida en obras de electrificación (Miles de pesos), 2009	0	67,867

Grafica 4.10. Usuarios de energía eléctrica, INEGI 2011.



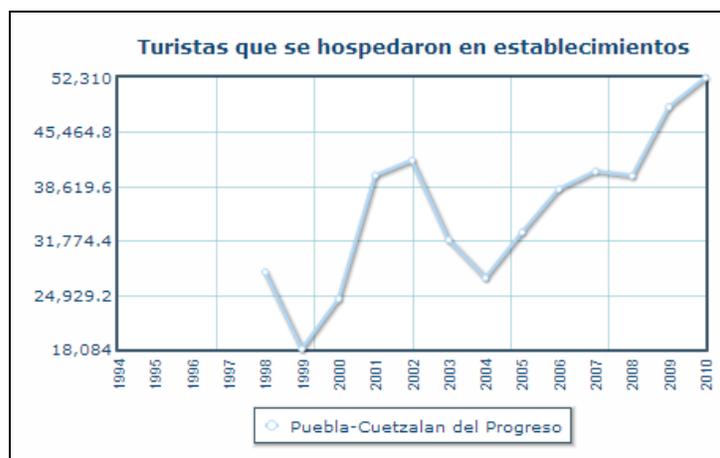
Actividades terciarias.

Para el municipio de Cuetzalan las actividades terciarias referidas por el INEGI en el año 2010 y 2013, se vierten en la siguiente tabla, en ella se revela que la actividad preponderante es la que depende de la inversión pública en rubros generales y de Desarrollo Económico, así como el uso de automóviles, algo muy importante es que Cuetzalan tiene lugares turísticos por lo que se reportó para el 2010 454 cuartos des hospedaje.

Tabla 4.29. Actividades terciarias, INEGI 2010, 2013.

Actividades terciarias Ver básicos			
Tianguis, 2010		2	240
Mercados públicos, 2010		1	159
Centrales de abasto, 2010		0	3
Automóviles nuevos vendidos al público, 2010		0	18,864
Camiones nuevos vendidos al público, 2010		0	11,493
Aeropuertos, 2010		0	2
Oficinas postales, 2010		31	1,003
Automóviles registrados en circulación (Automóviles), 2013		1,111	833,731
Vehículos de motor registrados en circulación (excluye motocicletas), 2013		2,144	1,307,830
Camiones y camionetas para carga registrados en circulación, 2013		927	461,822
Camiones de pasajeros registrados en circulación, 2013		106	12,277
Longitud de la red carretera (kilómetros), 2010	No disponible		11,201
Longitud de la red carretera federal de cuota (kilómetros), 2010		0	603
Sucursales de la banca comercial, 2010		1	446
Sucursales de la banca de desarrollo, 2010		1	36
Cuartos registrados de hospedaje, 2010		454	15,224
Establecimientos de hospedaje, 2010		29	503
Turistas que se hospedaron en establecimientos, 2010		52,310	2,294,254
Inversión pública ejercida (Miles de pesos), 2010		179,881	11,869,003
Inversión pública ejercida en desarrollo económico (Miles de pesos), 2010		28,192	3,607,673
Inversión pública ejercida en urbanización y medio ambiente (Miles de pesos), 2010		9,790	1,868,891

Grafica 4.11. Vehículos de motor registrados en circulación, INEGI 2013.



Municipio de Zacapoaxtla.

El municipio de Zacapoaxtla Colinda al norte con los municipios de con Cuetzalan del Progreso y Nauzontla. Al Este: con Tlatlauquitepec y Zaragoza, Al Sur: con Zautla. Al Oeste: con Xochiapulco y Nauzontla.

Para el municipio de Zacapoaxtla se detallan los siguientes datos sociodemográficos:

- La población total del municipio en 2010 fue de 53,295 personas, lo cual representó el 0.9% de la población en el estado.
- En el mismo año había en el municipio 12,248 hogares (0.9% del total de hogares en la entidad), de los cuales 3,173 estaban encabezados por jefas de familia (0.9% del total de la entidad).
- El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.3 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4.2 integrantes.
- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 7, frente al grado promedio de escolaridad de 8 en la entidad. En 2010, el municipio contaba con 66 escuelas preescolares (1.3% del total estatal), 52 primarias (1.1% del total) y 29 secundarias (1.4%). Además, el municipio contaba con 12 bachilleratos (1%), cuatro escuelas de profesional técnico (2.4%) y cinco escuelas de formación para el trabajo (2%). El municipio también contaba con diez primarias indígenas (1.3%).
- Las unidades médicas en el municipio eran 14 (1.2% del total de unidades médicas del estado).
- El personal médico era de 66 personas (0.8% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 4.7, frente a la razón de 7.5 en todo el estado.

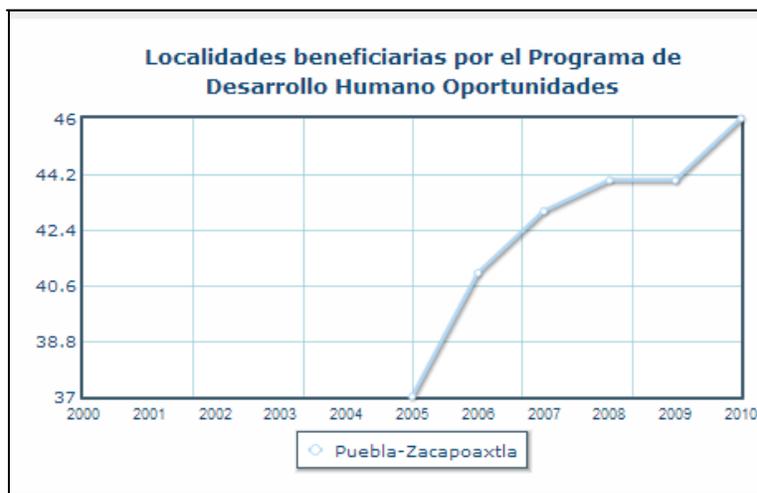
Tabla 4.30. Datos de indicadores Sociodemográficos, SEDESOL 2010.

INDICADOR	ZACAPOAXTLA (MUNICIPIO)	PUEBLA (ESTADO)
Población total, 2010	53,295	5,779,829
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	12,248	1,373,772
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	4.3	4.2
Hogares con jefatura femenina, 2010	3,173	348,045
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	7	8
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	163	13,233
Personal médico (personas), 2010	66	8,763
Unidades médicas, 2010	14	1,173
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	3.1	2.8
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	4	3.9

Fuentes: Elaboración propia con información del INEGI y CONEVAL.

Con respecto a la clasificación de la CONAPO el municipio se determina como “No urbano”, siendo un municipio que cuenta con 46 localidades beneficiadas por el Programa de Desarrollo Humano Oportunidades, viéndose beneficiadas 6950 familias. (INEGI 2010).

Grafica 4.12. Localidades beneficiarias por el PDHO, INEGI 2010.



Para el municipio de Zacapoaxtla su población de acuerdo a las edades según el sexo, se observa que existe una relación importante de la población dentro del rango comprendido entre los 15 y 29 años para ambos sexos, lo que hace evidente una población adolescente y juvenil que deberá tomarse en cuenta para la educación y atenciones dirigidas a ese grupo de edad.

Tabla 4.31. Relación de población, por edad y sexo, INEGI 2010.

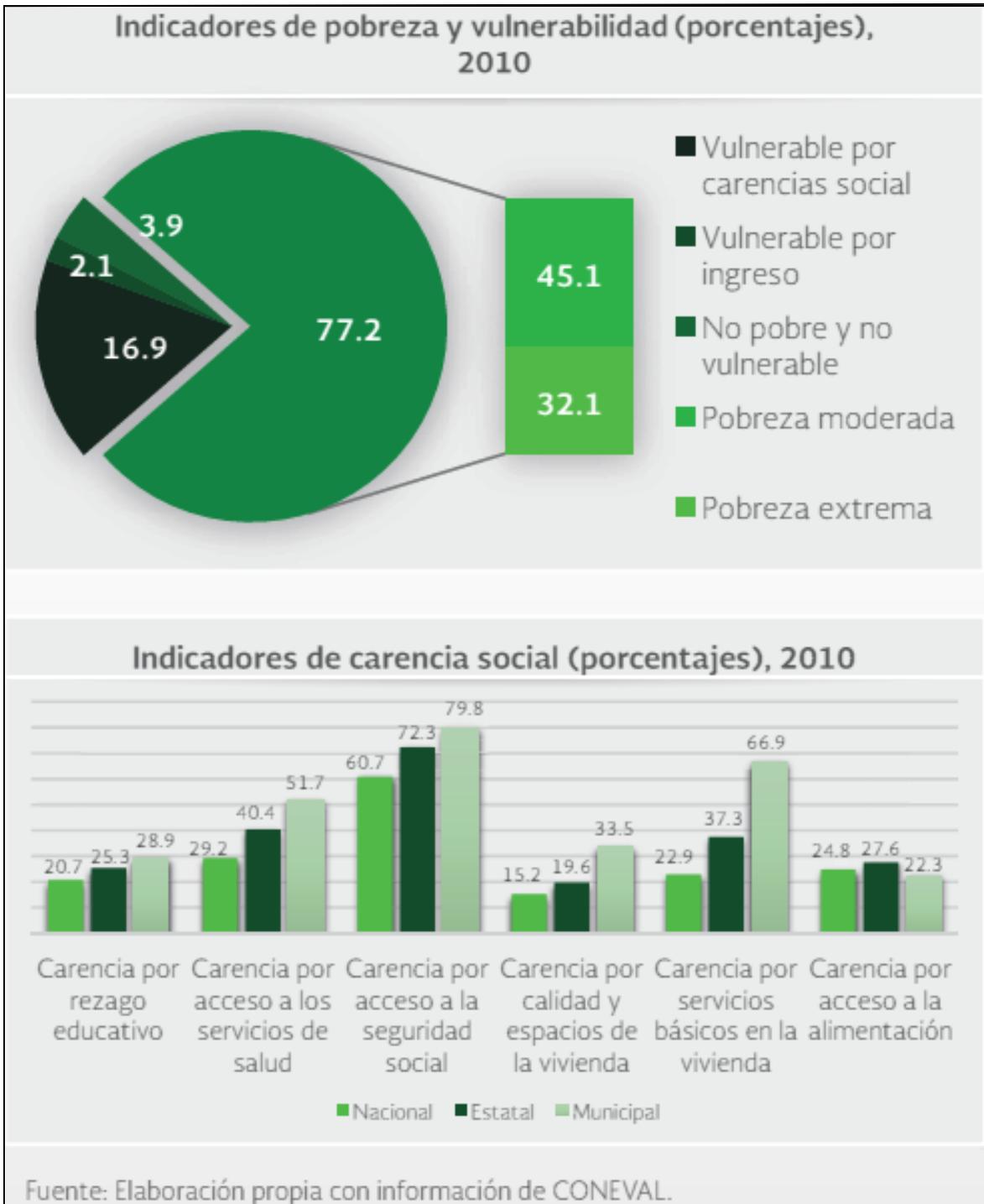
Población	Zacapoaxtlatla	Puebla
Población total, 2010	53,295	5,779,829
Población total hombres, 2010	25,534	2,769,855
Población total mujeres, 2010	27,761	3,009,974
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	27.5	27.2
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	27.2	27.1
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	27.7	27.3
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	8.6	9.0
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	8.1	8.5

Gráfica 4.13. Población total del municipio, INEGI 2010.



Medición multidimensional de la pobreza expresada por la SEDESOL 2010.

- En 2010, 31,002 individuos (77.2% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 18,121 (45.1%) presentaban pobreza moderada y 12,880 (32.1%) estaban en pobreza extrema.
- En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 28.9% de la población, lo que significa que 11,607 individuos presentaron esta carencia social.
- En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 51.7%, equivalente a 20,778 personas.
- La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 79.8% de la población, es decir 32,052 personas se encontraban bajo esta condición.
- El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 33.5% (13,444 personas).
- El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 66.9%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 26,865 personas.
- La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 22.3%, es decir una población de 8,966 personas.



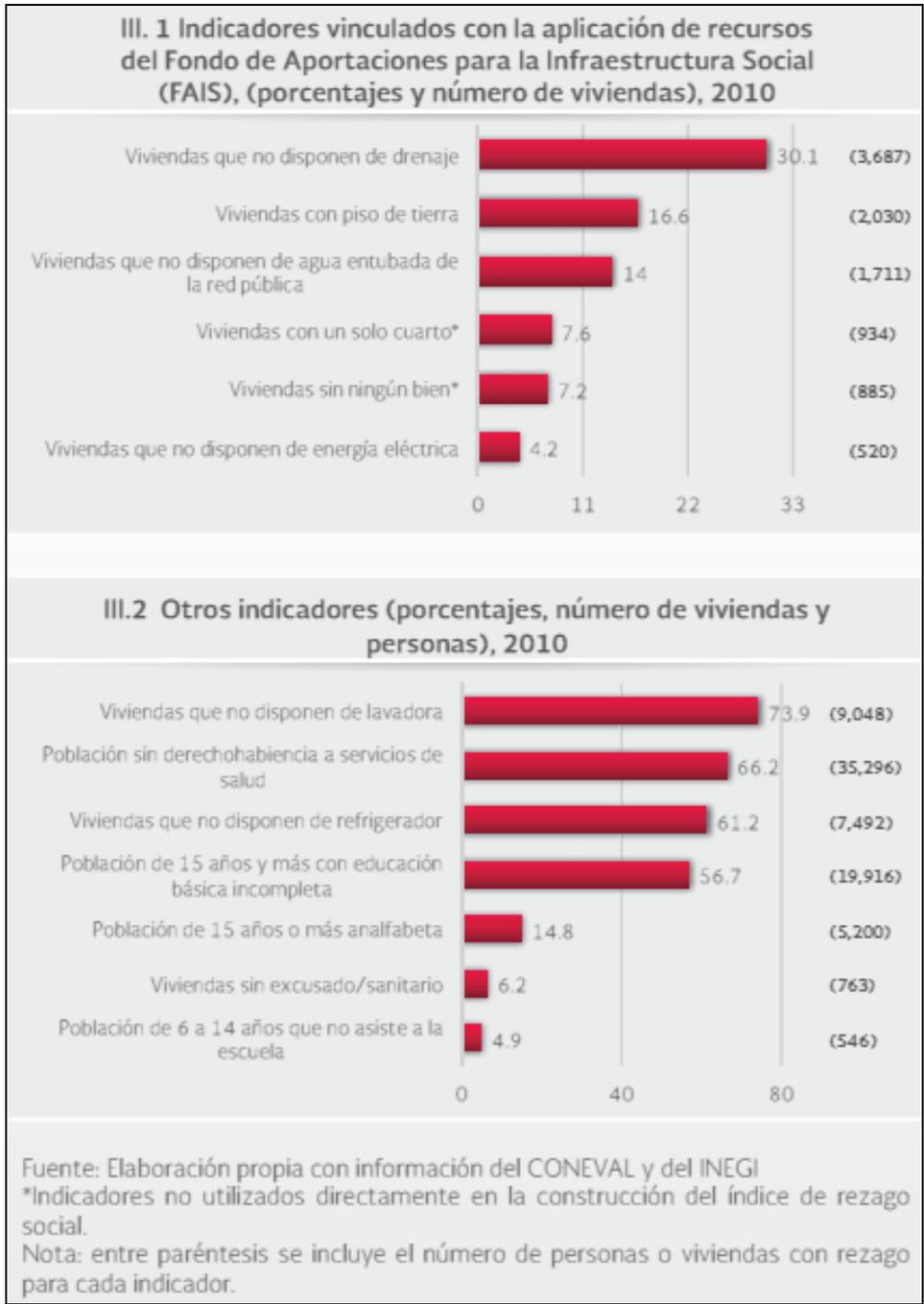
Grafica 4.14. Medición multidimensional de la pobreza, SEDESOL 2010

Índice de pobreza para el municipio de Zacapoaxtla.

Para el caso del municipio de Zacapoaxtla, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) presenta datos comparativos de diversos tipos de pobreza para el municipio. Los datos expresados en porcentaje se anotan comparativamente a tres niveles escalares a nivel Nacional, Estatal y Municipal, revelando claramente un nivel de pobreza elevado al ser comparado a estos niveles.

Es necesario aclarar los siguientes términos ya que se expresan para el municipio de Zacapoaxtla como un grupo de factores interdependientes y que implican desarrollar una adecuada atención de estos elementos para el desarrollo sostenible del municipio en un futuro cercano y de largo plazo.

- Viviendas que no disponen de drenaje (30.1% del total), viviendas con piso de tierra (16.6%), viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (14%), viviendas con un solo cuarto (7.6%), viviendas sin ningún bien (7.2%) y viviendas que no disponen de energía eléctrica (4.2%).
- Viviendas que no disponen de lavadora (73.9% del total), población sin derechohabencia a servicios de salud (66.2%), viviendas que no disponen de refrigerador (61.2%), población de 15 años y más con educación básica incompleta (56.7%), población de 15 años o más analfabeta (14.8%), viviendas sin excusado/sanitario (6.2%) y población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (4.9%).



Grafica 4.15. Indicadores asociados al índice de rezago social.

Análisis económico del municipio de Zacapoaxtla.

El presente apartado pretende identificar dentro de los sectores productivos del municipio aquellos que nos permitan general un panorama de sus actividades, con ello determinar cuál es el potencial económico y productivo del municipio, así también generar las expectativas sobre su desarrollo de largo plazo, por lo que el INEGI reporto para el 2011 los siguientes datos de las actividades primarias, secundarias y terciarias del municipio.

Actividades primarias.

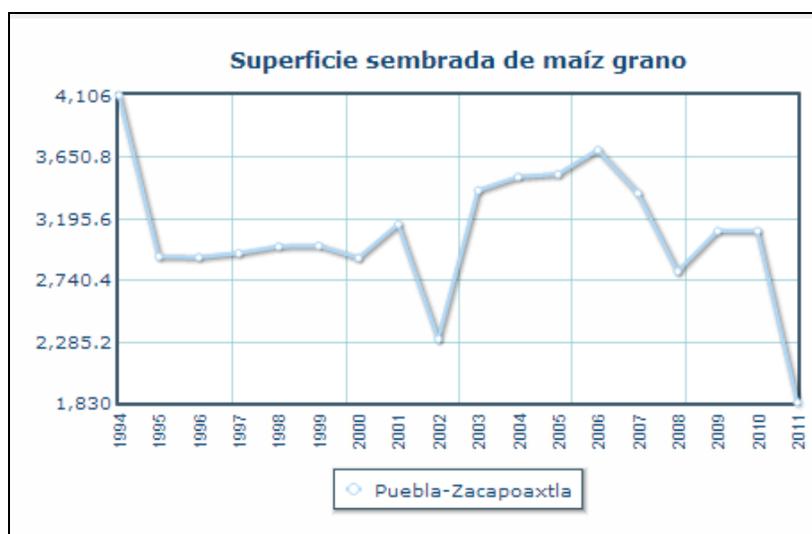
Para el municipio de Zacapoaxtla las actividades primarias está formado por las actividades agrícolas y ganaderas, y estas son el soporte de todas las actividades económicas del municipio, por lo que es importante conocerlas con detalle, ya que tienen una estrecha relación con los demás componentes tanto demográficos como sociales y económicos, son de una gran importancia estratégica para entender la estructura productiva de cada municipio.

En la tabla siguiente, se presenta un concentrado de estas actividades, siendo la actividad más preponderante la de cultivo de maíz, seguida en mejor cantidad el cultivo de avena y de chile verde, así como su principal producto cárnico la de bovino y porcino, seguido en menor cantidad la carne de ovinos y gallinas.

Tabla 4.32. Actividades primarias reportadas por el INEGI 2011.

Economía	Zacapoaxtla	Puebla
Superficie sembrada de maíz grano (Has)	1,830	589,087
Superficies cosechada total (Has)	2,220	829,994
Vol. de producción de maíz grano (Ton)	675	611,805
Valor de la producción de maíz grano (miles de pesos)	3,510	2,655,187
Vol. de la producción de carne en canal de bovino (Ton)	249	39,503
Vol. de la producción de carne en canal de porcino (Ton)	145	115,270

Grafica 4.16. Superficie sembrada total (maíz), INEGI 2011



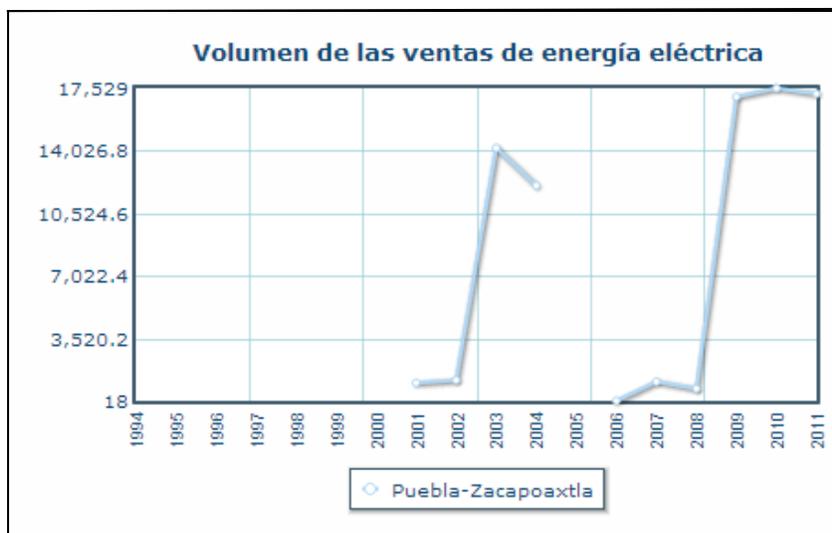
Actividades secundarias.

Para el municipio de Zacapoaxtla las actividades secundarias referidas por el INEGI en el año 2011, se vierten en la siguiente tabla, en ella se revela que la actividad preponderante es la que depende de la generación de energía eléctrica.

Tabla 4.33. Actividades secundarias, INEGI 2011.

Actividades	Zacapoaxtla	Puebla
Usuarios de energía eléctrica	15,044	1,772,256
Vol. De las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hra)	17,220	7,406,781
Valor de las ventas de energía eléctrica (miles de pesos)	25,732	10,446,380

Grafica 4.17. Vol. De las ventas de energía eléctrica, INEGI 2011.



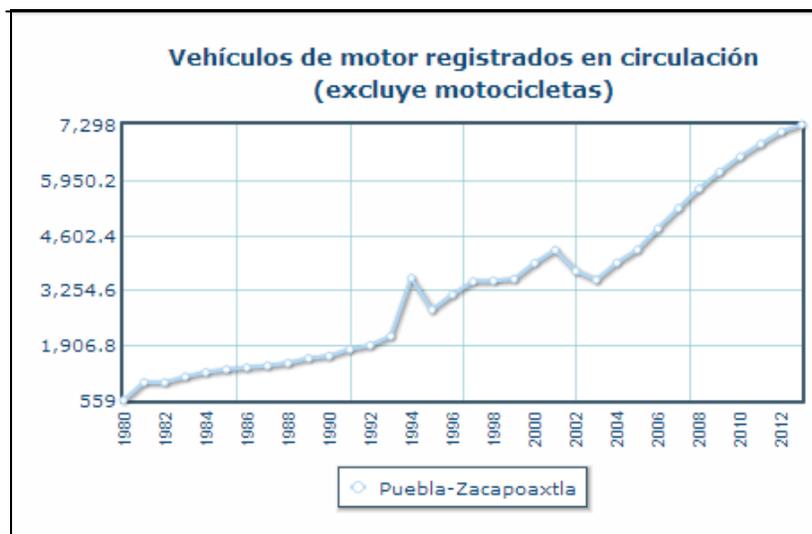
Actividades terciarias.

Para el municipio de Zacapoaxtla las actividades terciarias referidas por el INEGI en el año 2010 y 2013, se vierten en la siguiente tabla, en ella se revela que la actividad preponderante es la que depende de la inversión pública en rubros generales y de Desarrollo Económico, así como el uso de automóviles y establecimiento de hospedaje, tianguis y mercado público.

Tabla 4.34. Actividades terciarias, INEGI 2010, 2013.

Actividades	Zacapoaxtla	Puebla
Inversión pública ejercida (miles de pesos), 2010	126,688	11,869,003
Inversión pública ejercida en desarrollo económico (miles de pesos), 2010	30,371	3,607,673
Inversión pública ejercida en urbanización y medio ambiente(miles de pesos), 2010	16,867	1,868,891
Automóviles registrados en circulación, (excluye motocicletas) 2013	3,995	833,731
Vehículos de motor registrados en circulación, 2013	7,298	1,307,830
Camiones y camionetas para carga registrados en circulación, 2013	3,238	461,822
Cuartos registrados de hospedaje, 2010	158	15,224

Grafica 4.18. Vehículos de motor registrados en circulación, INEGI 2013.



IV.2.2.3.1 Paisaje

Si bien el área de estudio y en general el SAR se distinguen por sus cualidades y servicios ambientales, el paisaje se observa dentro del SAR, como un ecosistema fuertemente modificado, con áreas conservadas

determinados principalmente por la abrupta topografía y difícil acceso; sin embargo, los márgenes y riveras del cauce del río Apulco se observan modificados por efecto de la eliminación parcial de la vegetación original, para dar paso a grandes extensiones de terrenos para el cultivo de café arábica, huertos frutales; y en las planicies y llanos para el cultivo de caña de azúcar y maíz, siendo en algunos casos, abandonados y dando paso a pastizales y vegetación secundaria.

Sobresalen los afloramientos basálticos, principalmente en las zonas bajas y riveras de los ríos, así como en las partes altas y escabrosas. En las planicies y llanos, se localizan suelos más profundos y fértiles que alientan el desarrollo de agricultura de temporal y en menor proporción tecnificada.

En la zona de estudio, se identifican suelos poco o moderadamente fértiles, de bajo potencial agrícola y alta erodabilidad. Los Luvisoles se localizan en los lechos de los escurrimientos. Desde el punto de vista edafológico, las características de baja conductividad hidráulica que presentan algunos suelos de la zona, ocasionan que amplias extensiones de terreno describan inundaciones o condiciones de saturación durante las temporadas de precipitación y lluvia extraordinaria.

Las zonas y sitios donde la topografía es abrupta y de difícil acceso, ésta se caracteriza por presentar un paisaje dominado por fuertes pendientes prácticamente verticales que dan origen a cañones, donde la topografía es el factor clave que incide de mayor manera en el comportamiento de los componentes naturales y sociales, pues provoca modera a fuerte limitación para el establecimiento de infraestructura hidráulica, eléctrica, de comunicación, etc. Para este caso, las partes serranas presentan interacción directa con los procesos del sistema hidrológico que se

observa, sobresaliendo por su vegetación poco o nada alterada principalmente de Bosque Mesófilo de Montaña, dado que sus zonas boscosas representan las áreas de captación de lluvia que permiten generar los escurrimientos que llegan a la parte baja de la región.

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

A continuación se identifican los componentes y recursos del sistema ambiental determinando su potencial afectación a las diferentes actividades que comprende la presente obra.

Vegetación

Por efecto del levantamiento de la cortina, Tanque de carga, casa de máquinas y la aparición del espejo de agua, se estará impactando la vegetación presente dentro del área de inundación o embalse y cortina; así como de una franja de terreno sobre la margen derecha del cauce, y que representa una superficie de aproximadamente 5.5 hectáreas. Esta afectación será de forma paulatina conforme el almacenamiento de la presa, en lo que corresponde al embalse que forme la presa alcance el NAME; así como por la construcción del canal de conducción; sin embargo, no representan una condición crítica dado que la extensión de la afectación estará concentrada solo sobre el margen derecho del cauce, y que una vez concluida la introducción de la Línea de Conducción, el terreno que ocupa, será susceptible de que se realicen trabajos de restauración y/o reforestación.

Suelo

Existirá un impacto por efecto de los trabajos de desmonte y despalme para la construcción de las obras del proyecto, y por el aprovechamiento en su caso, de bancos de material así como por causa de las adecuaciones necesarias para la implantación de la obra. Sin embargo, el proyecto de obra considerará las actividades y programas necesarios tendientes a la protección del suelo.

Agua.

Este será el componente de mayor impacto dado que se trata de una obra que pretende detener la corriente del Río Apulco para almacenarlo y derivación para la generación de energía eléctrica. Sin embargo, los escurrimientos generados por la cuenca en cuestión, retomará su cauce y dinámica natural aguas abajo en el sitio de descarga, sin embargo, al ser empleada para la generación de energía eléctrica, puede alterar las condiciones de temperatura del agua y en consecuencia del cauce aguas abajo del sitio de descarga, modificando las dinámica hidrológica y biológica en una sección mayor al considerado para el desarrollo del proyecto.

Si se considera que las componentes ambientales agua, vegetación, uso de suelo, fauna y población, son las más relevantes para la integración y mantenimiento del Sistema Ambiental Regional (SAR) aquí caracterizado y evaluado, se tiene que el principal cambio promovido por la construcción de la presa, se dará en las afectaciones a la vegetación y a la dinámica y regulación del recurso agua. No menos importante es el cambio del

esquema del flujo en el cauce del Río Apulco, ya que regular los escurrimientos mantendrá permanentemente un cuerpo de agua (embalse), acción para la que se diseña la presa y canal de conducción, obtenido con esto; sin embargo se generarán impactos positivos, principalmente en el ámbito socioeconómico por la generación de energía eléctrica.

Por otra parte, se considera necesario que derivado del cambio de uso del suelo actual, se implementen acciones y programas de protección de flora y fauna silvestres, así como de una serie de actividades que conlleven a la recuperación y mantenimiento del germoplasma y el cambio del sistema paisajístico impactado a un sistema de recuperabilidad y mejores condiciones de las áreas adyacentes al proyecto.

En lo que respecta a la fauna, se considera que con el desmonte programado y direccional a lo largo de 1.8 kilómetros aguas abajo de la cortina sobre la margen derecha del cauce, no será afectada significativamente, ya que las actividades antropogénicas ha generado la migración hacia zonas más conservadas y poco accesibles, manteniéndose las áreas de alimentación, anidación y reproducción más seguras y de características estructurales y funcionales similares. El desmonte, estará asociado a la instrumentación y ejecución de un programa de recolección, manejo, rescate y en su caso, de trasplante de flora silvestre, para lo cual se contempla la instalación temporal de un vivero que asegure la viabilidad, desarrollo y mantenimiento de plántulas e individuos juveniles recuperados, para posteriormente ser utilizados en las tareas de restauración ambiental, conservación de suelos y reforestación.

IV. 2.3. Diagnóstico ambiental.

A continuación se presenta una síntesis objetiva y congruente del estado actual del sistema ambiental de la región donde se ubica el proyecto, en la que se señala el grado de conservación y/o calidad ambiental de acuerdo con la información integrada en los capítulos anteriores de la presente manifestación de impacto ambiental.

Es importante tomar en cuenta que para el presente apartado se establece los siguientes criterios:

La propiedad de los organismos vivos que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior. Es decir se trata de una forma de estado estacionario dinámico que se hace posible gracias a una red de sistemas de control realimentados que constituyen los mecanismos de autorregulación de los seres vivos.

Capacidad de las comunidades y ecosistemas de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha cesado.

En el SAR hay una unidad geomorfológica, brazo montañoso del cual forman parte los cerros circundantes. Esta unidad sostiene tres tipos de vegetación: Bosque mesofilo de Montaña, selva mediana perennifolia y

subperennifolia, y Vegetación riparia, además de las superficies agrícolas.

Estos tipos de vegetación se desarrollan en asociaciones edafológicas de (Resol + feozem haplico + litosol) en el área más perturbada en la cual está el área de agricultura de temporal y el Bosque mesófilo de montaña y de (luvisol crómico + Cambisol) en la zona de vegetación de selva perennifolia y subperennifolia.

La fauna de amplio desplazamiento se mueve por las noches entre las barrancas del SAR; viven en la montaña entre el bosque mesófilo de montaña y la selva perennifolia pero se mantienen cerca de los cultivos y poblados rurales.

Es importante mencionar que no se ha rebasado la resiliencia del sistema, esto es si se abandonaran las parcelas agrícolas, el bosque mesófilo de montaña y el bosque encino-pino volvería a crecer en el área y al norte del SAR y Sur del SAR aun sostiene bosque sano, que es una reserva de genoma, y Aún hay movimiento de fauna silvestre que son vectores de especies vegetales originales entre dichos bosques y el interior del SAR.

También es importante mencionar que el SAR tiene una alta marginación socioeconómica debido a la falta de crecimiento de los sectores secundario y terciario, originado por la ubicación geográfica de las poblaciones.

Así mismo no existe una fuerte presión sobre las actividades del sector primario, ya que a diferencia del resto del país, en el SAR, este sector, representa menos del 40% de las actividades; por lo se puede afirmar que

no ha crecido el área desmontada de manera acelerada a costa de la vegetación de bosque mesofilo de montaña y la selva.

La región del SAR cuenta actualmente con un desarrollo agrícola incipiente, pero con una tendencia de desarrollo a mediano plazo, ya que al contar con vialidades adecuadas, el desplazamiento del producto tenderá a ser más rápido y continuo. Por otra parte, la vegetación de bosque mesofilo de montaña así como el bosque encino pino mantiene una cobertura de las laderas bajas de los cerros dentro del SAR y aunque en gran parte es una vegetación poco perturbada por extracciones selectivas de recursos forestales locales, la economía agrícola propicia una baja presión sobre las laderas con este tipo de vegetación con fines de parcelamiento agrícola al no ser este un sistema de cultivo rentable.

Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes o críticas

Las estructuras vegetales aun presentes en el SAR y la pérdida de la biodiversidad local por los cambios en la estructura de la vegetación se consideran como componentes ambientales no muy relevantes y críticos. La disminución de la captación de agua limpia hacia arroyos, Los daños que pudiera provocar la adecuación de los caminos de acceso son mínimos ya que en esta estructura vegetal no se afectara a flora autóctona y el tipo de vegetación que será más afectada con la ejecución de este proyecto es vegetación de borde que se localiza de las orillas del camino esta vegetación está formada principalmente por estructuras remanentes de vegetación nativa.

Sin embargo, es necesario realizar trabajos para sustituir los árboles derribados, o acelerar los procesos de restauración natural de la

vegetación, mediante la estabilización de los bordes de caminos rurales que den servicio para el acceso a las obras con recubrimientos de suelo fértil y la recomendada creación de un vivero de especies nativas para actividades de reforestación, ya que se observó el crecimiento de algunas plantas en los bordes de caminos ya hechos, lo cual habla de la capacidad de regeneración de las especies vegetales en esta zona, este aspecto permite pronosticar la permanencia y buen término de la reforestación.

El principal problema que se presenta en el Sistema Ambiental Regional es el social, ya que con la construcción del proyecto hidroeléctrico la dinámica económica mejorará durante la etapa de construcción al generarse empleos directos. Sin embargo indirectamente al satisfacerse la demanda energética de la empresa, como se ha comentado con antelación, podría llevar mejoras en el nivel de vida de los pobladores y mejores oportunidades de desarrollo comunitario al disponer de mayor energía eléctrica en la red pública.

La posibilidad de incendios forestales intencionales o naturales es también otro de los factores que podrían señalar como un área con potencial de afectación elevado, sin embargo esto no se considera como un elemento resultante de la construcción del proyecto.

Los componentes del ecosistema donde se llevaran a cabo las obras se analizaron bajo los siguientes criterios:

Fragilidad. De acuerdo al tipo de suelo, la zona presenta una fragilidad que va de media a baja, ya que presenta riesgos de erosión, además de que el sistema se encuentra ya alterado por las actividades humanas y la

práctica de la agricultura y el ecosistema parece estar recuperándose.

Vulnerabilidad. El ecosistema no presenta cierta vulnerabilidad, debido principalmente a la falta de cubierta vegetal, pues la vegetación es densa en la zona del proyecto. La estructura del ecosistema es muy importante, sin embargo debido a que existe presión antrópica, la estructura del sistema no se verá alterada, ni deteriorada.

Función del sistema. El sistema presenta una buena funcionalidad, ya que el equilibrio ambiental no se ha alterado, ni se alterará en gran medida, pues aun cuando se requiere la remoción de material vegetal y forestal, proyecto implementará un programa de restauración de las áreas afectadas por la construcción. Así mismo se realizará la recuperación del acervo genético de las especies vegetales mediante la propagación vegetativa de las mismas. Con respecto a la flora y la fauna, estas presentan organismos que se encuentren en algún estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2001, sin embargo no sufrirán graves deterioros los cuales en su caso con las medidas de mitigación se reducirá aún más su efecto. En el caso de otros recursos ambientales, culturales, religiosos o sociales, tampoco se verán afectados, ya que no se presentan dentro de la zona del proyecto.

Identificación de los componentes ambientales críticos del sistema de funcionamiento regional.

De acuerdo con el modelo conceptual del sistema socioambiental de la región donde se planea construir el Proyecto presentado en la sección anterior, los componentes relevantes del subsistema ambiental se dividen en dos grandes grupos: el medio terrestre y el medio acuático.

El primero está conformado por el suelo, la vegetación y la fauna. El medio acuático se compone por los cauces y escurrimientos, la calidad del agua, la biota, el desfogue del caudal derivado hacia el Río Apulco y los procesos asociados de azolve y movilidad de partículas. Se puede aseverar que estos componentes y las interacciones entre ellos, son los aspectos determinantes del funcionamiento del sistema y por lo tanto los que deben ser considerados para analizar cuál será la condición futura del sistema ambiental de mantenerse las tendencias actuales en el manejo y explotación de los recursos.

El sistema socioeconómico está regido por el esquema de organización de la sociedad actual; esta organización se da mediante las diferentes formas de régimen de propiedad, la demografía, la condición política y la marginación. De este esquema dependen tanto el medio urbano como el rural los cuales determinan en conjunto las condiciones de empleo y el nivel de ingresos.

En la interacción de los subsistemas ambiental y socioeconómico se da a través del uso del suelo que realiza constantemente la población, ya que este elemento es el que de manera directa modifica el suelo y la vegetación; los cambios en estos componentes naturales repercuten directamente sobre los escurrimientos y calidad del agua. En los siguientes párrafos, se describe de manera sintética la condición actual de los componentes relevantes del sistema socioambiental donde se desarrollará el Proyecto, con el objeto de tener una referencia que posibilite determinar la significancia de los cambios que puede ocasionar el desarrollo de este proyecto.

Medio terrestre

Suelo

En la mayor parte de la subcuenca del Río Apulco y en particular en área delimitada para el SAR los suelos son profundos y arcillosos y el uso agrícola que se ha hecho de los mismos ha potencializado su erosión. El uso cada vez más intenso y frecuente de los suelos ha ocasionado que no haya una recuperación rápida y constante de los mismos. Sin embargo debido al sistema topográfico del SAR, este fenómeno solo se presenta en las zonas de valles profundos y las escasas planicies. Los suelos con aptitud para el aprovechamiento agrícola se restringen a pequeños valles en las orillas de los drenes naturales.

Aunque los suelos con mayor aptitud agrícola ocupan una superficie restringida, se considera que son de gran relevancia para la región debido al aporte que tienen al ingreso económico de los habitantes.

Vegetación y Fauna Terrestre

Como consecuencia de las actividades agropecuarias que se desarrollan en la cuenca, en la mayor parte del área de estudio la vegetación original ha sido modificada, sin embargo no se percibe un efecto severo sobre la propiedad resiliente del ecosistema. Debido al rendimiento de los cultivos se ha tenido un avance reducido de la frontera agrícola sobre los terrenos con vegetación natural.

En el mapa de vegetación y uso del suelo se observa que las comunidades

vegetales que pueden considerarse como originales se concentran en las cañadas y laderas de los cerros abruptos del SAR, donde la pendiente y las condiciones inaccesibles del terreno han restringido el aprovechamiento agrícola del suelo. En esta zona todavía se presentan superficies de vegetación que permiten suponer que el desarrollo y permanencia de las comunidades bióticas puede ser viable. De manera dispersa, en las paredes de algunas cañadas y áreas con alto grado de pendiente es posible encontrar manchones de vegetación poco alterada, pero la gran mayoría de ellas se encuentran aisladas (fragmentadas) y rodeadas por zonas donde las actividades humanas mantienen una fuerte presión sobre los componentes bióticos.

Así, en la actualidad la mayor diversidad biótica y la presencia de poblaciones de especies relevantes se concentra en los cerros del SAR, en donde es posible encontrar los hábitats más representativos del área de estudio: Bosque Mesófilo de montaña y Selva perennifolia y subperennifolia. En el área de estudio se obtuvo un número significativo de nuevos registros de especies para la región, así como de especies endémicas de México: 12 especies de fauna y 32 de flora (de los cuales 8 son especies endémicas de esta zona del país).

Todas las especies endémicas se encontraron fuera del área de afectación directa del Proyecto. Sin embargo, hay que considerar que debido a la inaccesibilidad de muchas zonas en el SAR, el conocimiento que se tiene de la diversidad biológica en la misma es aún muy limitado.

Medio acuático

Cauces y escurrimientos

La estacionalidad de la precipitación pluvial determina una fluctuación importante en los escurrimientos y gasto del río Apulco, y sobre aquellos del río Zempoala. La calidad del agua en el río en general es satisfactoria, ya que no se presentan niveles relevantes de contaminantes. Sin embargo, debido a las condiciones del suelo y el desarrollo de las actividades agropecuarias en la cuenca, durante la época de lluvias se observa un incremento sustancial del material en suspensión, también aumenta la presencia de microorganismos de origen fecal, en especial de estreptococos que indican que el origen de la contaminación es fundamentalmente animal.

La dinámica del sistema hidrológico del SAR está determinada en gran medida por el comportamiento de infiltración del ecosistema presente. Esto incrementa la capacidad de condensación del agua vaporizada en la neblina, y reduce la capacidad de lavado de los nutrientes y minerales de las rocas. La condición carstica del SAR provoca que el filtrado del agua capturada en la superficie del terreno limpie de contaminantes el líquido. Sin embargo el gran volumen de agua que es captado por la vegetación natural sobre pasa la capacidad de drenaje de la cuenca, provocando entonces la formación de canales profundos y estrechos.

Adicionalmente, parte de los sedimentos que transporta el río son depositados aguas abajo y dejados en las áreas lenticas del sistema. Aparentemente, la mayor parte de los sedimentos lavados que llegan

hasta el mar es material en suspensión, el cual se deposita principalmente hacia las partes más bajas de la cuenca del Río Tecolutla.

Biota acuática

De acuerdo con la información recopilada durante los recorridos de campo, el río se puede considerar como un hábitat con baja riqueza biológica. En lo que se refiere a la comunidad planctónica, se puede aseverar que su composición está determinada por el aporte que realiza la descarga de los escurrimientos locales. A lo largo del río Apulco se presentan dos condiciones similares para el desarrollo del bentos e incluso crustáceos: las zonas de rápidos y las áreas donde la velocidad es baja. La riqueza específica y abundancia del necton es baja y en general no representan un recurso relevante en el área de estudio.

Subsistema socioeconómico

En el ámbito regional se analiza, la dinámica demográfica, la categoría migratoria, la estructura por edad y el grado de marginación conformando un índice denominado Grado de Desarrollo Social el cual permite identificar, en términos generales, las características socioeconómicas de los municipios y localidades del área de estudio.

De acuerdo con dicho índice se puede identificar que todos los municipios en el SAR tienen índices de desarrollo bajo, y altos índices de pobreza.

La población de la zona identificada como de desarrollo alto, fluctúa entre alta y baja, tiene tasas altas y medias, una categoría migratoria que varía de atracción a equilibrio y se trata de poblaciones con una estructura de

joven a proceso de maduración y se caracteriza por un grado de marginación entre medio y alto. Se integra por la ciudad de Zacapoaxtla, en la porción sur de la región; que puede considerarse como el centro económico y comercial de la región, además de tener un alto número de habitantes indígenas que su lengua predominante es el Nahuatl, por lo que para el proyecto señalado, la comunidad de Cuetzalan del Progreso es la más cercana al sitio del proyecto, sin embargo este no interferirá con sus usos y costumbres, sino que proveerá de mejoras a la comunidad como son rehabilitación de caminos, generación de empleos, creación de actividades comerciales y de autoconsumo por mencionar algunas.

Estado actual del Sistema Ambiental Regional.

El diagnóstico de los diferentes componentes del sistema muestra un grado de degradación de moderado a bajo. Las unidades de relieve como laderas, zonas cumbres, interfluvio y pie de monte se encuentran moderadamente afectadas por disturbios anteriores como son carreteras, brechas, torres de luz, conductos de gas, agricultura y pastoreo. Esto ha llevado a una ligera desestabilización de estas unidades y cuya evidencia es el movimiento de sedimentos y roca relacionado con el aumento del intemperismo sobre el material parental expuesto; sobre todo en los materiales de tipo sedimentario como las calizas, arenisca y lutitas.

En cuanto al recurso edáfico, de acuerdo con la secuencia de suelos identificada se refleja un gradiente y predominio de suelos evolucionados (Cambisoles y Regosoles). Esto evidencia que los procesos de formación del suelo son dominantes por encima de los procesos de rejuvenecimiento, pérdida por erosión o pobre desarrollo; por lo que la tendencia es a que dominen los procesos pedogenéticos sobre los morfogenéticos. Esto es

evidencia de una alta estabilidad en la zona actualmente; relacionada con los procesos climáticos, geológicos, vegetación y antrópicos.

Un punto importante de mencionar es que el grado de conservación de una gran parte de la zona de estudio se debe a la conservación intencional de la vegetación arbórea y arbustiva en sitios con agroecosistemas cafetaleros, predominante en el área de estudio. Este aprovechamiento es respetuoso de la cobertura vegetal, lo que ha permitido una mayor conservación del sistema en diversos puntos a lo largo del SAR. En contra parte, y como ocurre en otras zonas de nuestro país, el aprovechamiento más agresivo constituye el desmonte selectivo de árboles y arbustos para abrir potreros y campos de cultivo en posiciones del relieve muy abruptas.

En cuanto a las condiciones climáticas prevalecientes en la región, se observaron dos variantes con cambio gradual entre condiciones de clima semifrío y húmedo, con condiciones cálidas húmedas. No se puede determinar el efecto del cambio climático a lo largo del tiempo de manera directa, sin embargo de manera general se estima que ha ocurrido un cambio en las condiciones microambientales del SAR en los pasados 20 años asociado con la pérdida de cobertura vegetal arbórea por apertura de pastizales y áreas de cultivo, incrementando la incidencia de radiación y con ella una mayor pérdida de humedad y mayor presencia de eventos climáticos extremos en todo el SAR.

Sin embargo, para esta zona no se tienen registros climáticos que permitan asociar o evidenciar estos cambios, e históricamente se reporta la presencia de bosque mesófilo y comunidades de pino encino en las partes altas, asociados con selvas medianas y altas, y encinar tropical en las

partes bajas, lo que se considera para pensar que si bien existió un cambio microclimático a nivel local, el clima en el SAR es el componente con el menor impacto evidente.

En el caso del sistema hidrológico superficial y subterráneo, la alta pluviosidad en la zona y la presencia de escorrentías y cuerpos de agua son suficientes para satisfacer la demanda existente, por lo que no se ha reportado un fuerte presión por el recurso, sobre todo que es una de las zonas pertenecientes a la cuenca hidrográfica Nautla, subcuenca del Río Apulco la cual presenta importantes flujos de agua. En este caso el sistema hidrológico es joven, por lo que la disección de los arroyos está siendo en profundidad.

Esto conlleva, que los fluvios se encuentren asociados a barrancas (interfluvios). Las características morfológicas de los interfluvios indican condiciones abruptas en la topografía que han apoyado la conservación de la zona y pueden asociarse a la presencia de vegetación que estabiliza de manera importante la zona la conservación del suelo y la infiltración de agua en la zona.

De acuerdo con los informes de la calidad y cantidad de agua, no se presenta bajo ningún estatus de veda y no presenta alta presión para su uso.

En tanto que los acuíferos son considerados como de baja captación debido al material poco permeable que les sobre yace (suelos con altos contenidos de arcilla en general).

En cuanto a la calidad no se presenta ningún tipo de contaminación o intrusión salina, de acuerdo con los datos generados por la CNA (2003). A pesar de esto la evidencia en el campo fue que los arroyos mueven las descargas de aguas residuales de las comunidades aledañas y de las comunidades asociadas. Esto eventualmente puede derivar en un incremento en los niveles de contaminación del agua en los ríos. Los bajos niveles de contaminación encontrados se asocian al flujo perenne del agua que moviliza los contaminantes y los redistribuye.

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

El diagnóstico ambiental elaborado permite concluir que en función de que la zona se encuentra alejada de centros urbanos importantes, con poblados dedicados a actividades agropastoriles (autoconsumo) y sin ningún tipo de tecnificación, los mayores cambios y las tendencias de deterioro natural en el área de estudio van a estar dadas principalmente por el aumento demográfico y la presión que éste ejerce sobre los recursos naturales. El aumento demográfico conlleva necesidades de espacio y zonas para producción agrícola o pecuaria con fines de autoconsumo y venta en mercados locales, por lo que se incrementa el desmonte de sitios con cobertura vegetal natural, generalmente en lugares con pendientes pronunciadas (que son menos competidos), lo que fomenta la erosión (pérdida) del suelo. Es decir, se espera que con una mayor presencia humana en la zona, los sitios con procesos de erosión de suelo tiendan a incrementarse, contribuyendo al deterioro del área. Asimismo, la falta de terrenos aptos para la agricultura genera una presión migratoria importante.

La explosión demográfica puede traer consigo una creciente actividad de extracción de materiales para construcción, con tendencia a destruir las zonas de rápidos, las más ricas en cuanto a especies de macrobentos.

Lo anterior podría impactar negativamente en la estructura comunitaria y el funcionamiento del ecosistema.

También es posible una degradación directa y paulatina de la calidad del agua debido a los aportes crecientes de desechos domésticos y de la cría de ganado (principalmente ovino) generados por el crecimiento demográfico de los poblados ubicados en las orillas de los ríos.

Así se pueden identificar tres grandes grupos de procesos de cambio y/o deterioro natural del área de estudio (es pertinente mencionar que algunos procesos son parte de más de un grupo):

- Procesos de aumento demográfico e intensificación de actividades productivas:
 - Trama económica-social.
 - Dinámica poblacional y el índice de desarrollo humano.
 - Procesos debido al aumento demográfico e intensificación de actividades productivas:
 - Erosión.
 - Disponibilidad y calidad del agua.
 - Deforestación y recambio de especies.
- Procesos de cambio o deterioro natural:
 - Calidad Ambiental.
 - Fragmentación del hábitat.

Además, es importante considerar la variabilidad climática como un proceso de cambio que aunque no es causante de un deterioro directo en el área de estudio sí puede ser la base de otros procesos como tipo de suelo, calidad de agua, potencial agrícola y por ende uso de suelo.

Construcción de escenarios futuros con base en índices de condición.

La construcción de escenarios a corto, mediano y largo plazo se realizó para cada uno de los procesos de cambio identificados en la sección anterior y se llevó a cabo utilizando ya sea modelos de simulación o mediante métodos de pronósticos.

Dinámica poblacional.

Los municipios comprendidos en el Sistema Ambiental Regional son los municipios de Zacapoaxtla, y Cuatzalan del Progreso y Tlatlauquitepec y cuyos datos fueron expuestos en sus diferentes componentes socioeconómicos, presentan coincidencias en la mayoría de los rubros descritos, por la cercanía geográfica y la ubicación dentro de una misma región en el Estado de Puebla, presentan coincidencias y por lo tanto comparten características socioeconómicas.

Para explicar dos tendencias de crecimiento poblacional es necesario analizar particularmente cada caso, a partir de los indicadores socioeconómicos obtenidos con anterioridad. Al realizar una comparación de la estructura de las pirámides poblacionales de los municipios presentes en el SAR se aprecia una inflexión desequilibrante en la población de hombres alrededor de los 20 años de edad estos valores se mantienen

hasta el grupo de edad de los 65 años y más, en los cuales el número de habitante disminuye significativamente.

Tasa de erosión.

El modelo de simulación que se desarrolló para estimar la pérdida de suelo se hizo bajo diferentes condiciones y sólo se consideró la erosión hídrica ya que es la más importante en la región de estudio. El método que se utilizó para este modelo fue el de la ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE por sus siglas en inglés). Con el uso de la ecuación se tiene la posibilidad de evaluar cuantitativamente las prácticas de uso y manejo del suelo en términos de la erosión resultante, al mismo tiempo es una herramienta que posibilita la toma de decisiones fundamentadas en elementos poco subjetivos. El objetivo de usar la ecuación y aplicarla en un contexto espacial, es el de determinar las condiciones naturales de pérdida de suelo, para que mediante las prácticas adecuadas se mantenga o reduzca la pérdida de la capa edáfica. Los resultados de las prácticas ejecutadas implicarían al mismo tiempo resultados benéficos al ecosistema, al proyecto y al mantenimiento de la productividad del recurso. En términos de erosión, una tasa menor refleja que las externalidades consideradas también son menores; es decir que la salida de menor cantidad de sedimentos de las unidades prediales (llámese SAR indistintamente) por efecto del agua corriente o de lluvia, implica una menor sedimentación en cauces y cuerpos de agua superficiales. Para fines prácticos del análisis, la sedimentación colmata los cauces y cuerpos de agua, reduciendo su capacidad de regulación hidrológica, resultando en desbordes ante eventos extraordinarios de precipitación pluvial, así mismo incrementando la demanda biológica de oxígeno. En relación al proyecto, una mayor deposición de sedimentos por causa de la erosión

del suelo, incrementaría las tasas de abrasión al interior de la tubería y los componentes móviles de las turbinas; lo que significa mayores costos de operación y sobre todo de mantenimiento. Aun cuando las implicaciones conjuntas proyecto-ecosistema son diversas, las más relevantes son aquellas relacionadas con las variables resultantes del proceso de azolve en los embalses por construir.

En el programa de manejo y monitoreo se incluirán aquellas variables que permitan determinar el azolvamiento de los embalses, y su relación con el cambio en las condiciones ecológicas de cada microcuenca.

Para calcular la tasa de erosión se calcularon los factores que integran la ecuación, considerando que la pérdida del suelo se expresa como Toneladas por Hectárea al año ($T \cdot \text{Ha}^{-1}/\text{Año}$), donde de la ecuación: $A=R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$; A= la pérdida del suelo; R=el factor de erosividad de la lluvia, que es la expresión del producto acumulado para el período de interés, en este caso se trata de un año, y que tiene cierta probabilidad de ocurrencia, de la energía cinética por la máxima intensidad de lluvia dentro de 30 minutos, en otras palabras el factor R es la cantidad de energía por unidad de superficie. El factor K se refiere a la erodabilidad del suelo, como propiedad intrínseca de susceptibilidad a la disgregación y movilidad de sus unidades formativas, y se mide como el promedio del suelo que se pierde por unidad del factor R cuando el suelo está permanentemente desnudo. El resto de los factores son relaciones a estándares, y son adimensionales.

El factor LS es la expresión de la longitud de la pendiente del terreno, y está compuesto por la longitud estándar de 22.1 m de terreno, y la inclinación del mismo en esa longitud; la relación de este factor con los anteriores es la

probabilidad de perder el suelo en longitudes grandes y con el mayor grado de inclinación posible, manteniendo entonces una relación directa en magnitud. El factor C de la ecuación está referido como la relación entre la erosión que se presenta en el suelo con un determinado sistema de uso y manejo, y las condiciones estándares en que fue definido el factor K. Para el caso del factor P, se considera como el elemento de prácticas de manejo de laboreo, que se expresa como la relación entre la erosión que ocurre con una determinada práctica de laboreo, y la erosión resultante de realizar el laboreo a favor de la pendiente.

Los suelos presentes en el SAR tienen distintas respuestas a los factores R, K, y LS. Estas variaciones dependen de la propia composición del suelo, y de las características físicas y químicas de los mismos. De acuerdo a la información consultada, y su posterior verificación en campo, se consideró el cálculo de los factores R y K para los siguientes tipos de suelo: Feozem háplico (Hh), Cambisol dístico (Bd), Luvisol crómico (Lc), Luvisol órtico (Lo), y Acrisol órtico (Ao). Las unidades edáficas identificadas en el SAR serán descritas con mayor detalle en secciones posteriores del presente capítulo.

Debido a que el modelo RUSLE es empírico, y los datos empleados provienen de cálculos puntuales de erosión, no se contemplan fenómenos de deposición y traslación de los sedimentos en sitios particulares de la cuenca, como puntos de convergencia hídrica. Esta circunstancia implica que existe una sobre estimación de la erosión existente en una cuenca como la delimitada para el SAR. Para subsanar esta circunstancia, y debido a que no existe una base de información que contenga datos sistemáticos y confiables, se debe recurrir a otros modelos similares que hayan sido validados con monitoreo sistemático por tiempos prolongados.

La aproximación más cercana de modelos validados se encuentra en las cuencas calificadas dentro del programa HELP de las Naciones Unidas. Una cuenca HELP mantendrá, de acuerdo a su institucionalización, el monitoreo permanente y prolongado de los factores indicadores de su desarrollo. En el caso del presente análisis se consideró adecuado utilizar los valores de los intervalos de confianza de la cuenca Lerma-Chapala, como valores de referencia para el cálculo del modelo RUSLE del SAR.

Para el SAR se definieron 5 clases discretas de erosión del suelo, dependiendo de la cantidad de suelo removido por unidad de superficie en un año. De esta manera la erosión del suelo se clasificó como sigue: Baja erosión (0 a 0.119 Ton*Ha-1/Año), Erosión moderada (0.120 a 8 Ton*Ha-1/Año), Erosión media (8.1 a 52 Ton*Ha-1/Año), Erosión severa (52.1 a 123 Ton*Ha-1/Año), Erosión grave (123.1 a 4,906 Ton*Ha-1/Año).

Tasa de deforestación

Para la obtención de la tasa de deforestación fue necesario caracterizar el uso del suelo presente en el SAR, así como las coberturas vegetales existentes, clasificándolas en tipos de vegetación, que permitieran identificar de manera objetiva los elementos presentes en el SAR. Para ello se obtuvieron imágenes satelitales de los sistemas LandSat 1 MSS, LandSat 4 TM, LandSat 7 +ETM, cuyas fechas corresponden a las siguientes: marzo 7 de 1977, octubre 23 de 1978; abril 3 de 1985, noviembre 1 de 1986; marzo 8 de 1990, octubre 26 de 1990; mayo 1 de 2000, noviembre 18 de 2000; abril 26 de 2006, diciembre 18 de 2006; Ikonos marzo 8 de 2010, Ikonos noviembre 23 de 2012. A partir de las escenas obtenidas se clasificaron las superficies y coberturas por clase de firma espectral, para obtenerse las siguientes: Bosque mesófilo de montaña, Bosque de Galería (vegetación

riparia), Bosque de pino y/o Pino – encino, Selva subperennifolia y/o selva mediana subperennifolia y/o selva alta perennifolia, Agricultura y/o suelo desnudo. Para todos los casos se realizaron los análisis de veracidad de campo de una primera clasificación no supervisada, para posteriormente reclasificar las superficies de acuerdo a los datos obtenidos en campo y las nuevas clases de cobertura. En secciones posteriores del presente capítulo se ahondará sobre la caracterización de los hábitats identificados.

Para el caso del bosque mesófilo de montaña (BM), la composición florística fue el principal atributo por el cual se decidió clasificarlo de tal manera. Se siguió la descripción de Rzedowsky respecto al tipo de vegetación y se comprobó que, de acuerdo a otros estudios realizados en Lolotla (Hidalgo), Atexcaco (Puebla), y El Cielo (Tamaulipas), la composición florística de ésta clase de vegetación tuviera similitudes en las formas de vida y los géneros que componen la comunidad.

Respecto a la clase de Selva Subperennifolia (SM), se siguió la misma metodología empleada para el bosque mesófilo, sin embargo, de acuerdo a las coberturas reportadas en el Inventario Forestal Nacional (IFN), la porción de selva identificada en el SAR corresponde a la Selva Alta Perennifolia, resultando en una discordancia respecto a la vegetación registrada en los sitios de muestreo. Esta discordancia podría deberse a alguno de los siguientes factores, no discutidos en el presente documento: un recambio de especies, la deforestación y eliminación de las especies representativas al tipo de vegetación, o un error de clasificación del IFN. Se encontraron especies representativas de la Selva Alta Perennifolia, pero en tan baja abundancia como para clasificar así el tipo de vegetación, las especies más abundantes identificadas en los sitios de muestreo de coberturas son compartidas entre las selvas altas perennifolias, y las selvas

medianas subperennifolias. Ante esta evidencia se consideró que la superficie del SAR corresponde, en condiciones topográficas, de precipitación, climáticas, edafológicas y de presencia de especies, a la selva alta perennifolia, pero no se presenta correspondencia en cuanto a la abundancia de las especies vegetales. Por tal motivo, se determinó que para los efectos prácticos del análisis, las características entre las selvas altas perennifolias y las medianas subperennifolias, fueran clasificadas en un único tipo de vegetación: selva subperennifolia, empleándose como un término indistintamente empleado para referirse a alguno de los tipos de vegetación tropical presente en el SAR.

Respecto al bosque de pino (PE), éste se clasificó por su dominancia, aun cuando en la porción más alta y seca del SAR se presentan comunidades muy pequeñas de un bosque mixto de coníferas y encinos. La superficie ocupada por ésta comunidad es poco representativa para el análisis desarrollado para el SAR. De manera similar con la SM, se determinó que el tipo de vegetación presente en el SAR, donde las coníferas resultan dominantes, es el de un bosque de pino (PE).

Para el caso de las superficies sujetas a prácticas agrícolas, éstas se incluyeron en una sola clase de cobertura, donde la ausencia de vegetación natural fue el primer criterio de clasificación. De tal manera que los suelos agrícolas, al no poseer vegetación natural, como el caso de las zonas urbanas, caminos, brechas y zonas de superficies líticas, son clasificados como Agricultura/Suelo desnudo (AG). Esto se hace sin detrimento de las prácticas agrícolas o ganaderas presentes en el SAR.

Aun cuando se conoce y se determinó que en el SAR la producción de maíz, trigo, avena y haba se realiza en las zonas altas de la cuenca, y en

las superficies tropicales se desarrolla intensa y extensamente la siembra de maíz, frijol, caña de azúcar y sorgo, no es objetivo del presente análisis determinar los tipos de cultivos, productividad y rendimiento.

Mapa de vegetación

Para determinar la tasa de cambio en las clases de cobertura, se obtuvo el índice normalizado de vegetación (IVN) de las cinco épocas de escenas remotas (1970, 1980, 1990, 2000, y 2010). La fracción de vegetación se obtuvo a través del modelo del pixel dimidiado. Antes de estimar la fracción de vegetación en cada escena de cada época, se eliminaron los errores de la adquisición de las longitudes de onda presentes en cada sensor, y se recalibró cada escena compuesta al factor de corrección obtenido.

La fórmula para calcular el índice normalizado de vegetación es una expresión de la fracción entre la sustracción de las bandas infrarrojas y rojas de cada escena y la suma de las bandas infrarrojas y rojas de cada escena. Para convertir el índice de vegetación obtenido en cada época al índice de coberturas, se empleó la transformación integral de la derivada de los valores máximos y mínimos del IVN, al cual se le sustrajo la presencia de caminos, ríos, zonas urbanas y fases líticas del suelo. Se calibró cada cobertura de cada época con un modelo digital del terreno, con el resultante de la correlación entre la desviación de la longitud de onda de cada escena inicial para cada momento de captura, y el factor topográfico como variable independiente.

Una vez obtenidas las coberturas para cada época, se calculó la tasa de cambio de las mismas, excepto para 1970, debido a las longitudes de

onda y resolución espacial de la imagen obtenida. La tasa de cambio es el resultado del cálculo bi-cúbico de las firmas espectrales de cada clase de cobertura, calculado pixel por pixel en la imagen. La resolución espacial fue de 30 m por pixel, obteniéndose un grado de confianza de 95%. El valor bi-cúbico calcula la frecuencia en la que cada pixel pertenece o deja de pertenecer a una clase en particular, y la relación con 8 de sus vecinos con cualidades similares a la propia, de tal manera que se calcula en una potencia de 9 la presencia o ausencia de una clase en particular, en un sitio específico, a lo largo del tiempo.

Del cálculo bi-cúbico de las clases, se calcula la probabilidad de Markov para cada pixel y sus 8 vecinos, en la que la expresión probabilística corresponde al valor registrado por el pixel a lo largo del tiempo, en relación con grupos de 8 paquetes de 9 pixeles que han cambiado de una clase a otra. De esta manera se obtiene un factor de probabilidad entre cada clase de cobertura, en la que el valor del factor representa la tendencia de cambio hacia otra clase distinta, donde los valores cercanos a 1 representan un cambio inminente, y los cercanos a 0 representan un cambio poco probable.

Cabe señalar que para la obtención de las probabilidades markovianas, el modelo toma en cuenta la presencia y cercanía de los caminos, zonas urbanas, ríos y áreas determinadas como sitios de conservación o con otro tipo de restricciones de manejo.

Tabla 4.35. Probabilidades de Markov para la tendencia de cambio de clase de cobertura

	BP	BMM	SMSP	AGR	URB
BP	0.4405	0.2617	0.0095	0.2786	0.0097
BMM	0.2565	0.382	0.0823	0.2688	0.0103
SMSP	0.0339	0.1778	0.4258	0.3396	0.023
AGR	0.0953	0.0793	0.031	0.7476	0.0468
URB	0.0609	0.046	0.0326	0.7237	0.1368

De lo anterior se puede observar que la selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación con mayor probabilidad de cambio, siendo este hacia una superficie agrícola (0.3396). También se puede observar que es la actividad agrícola la superficie que sustituye a otras superficies con cobertura de vegetación natural.

También se aprecia que existe una marcada transición entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque de pino (0.2617), pero dicha relación existe más por una afinidad climática que permite que las superficies perturbadas puedan ser colonizadas por especies características de ambos tipos de vegetación.

La interpretación lingüística de las probabilidades de Markov revela las tendencias de permanencia o cambio de cada cobertura. Las probabilidades diagonales pueden interpretarse como el factor de resiliencia del hábitat, siendo la agricultura la cobertura con mayor permanencia, y el bosque mesófilo el hábitat más resiliente, siendo el bosque de pino el más susceptible a cambiar.

La dirección del cambio también resulta relevante pues al mismo tiempo que el bosque de pino es el menos resiliente, es también el hábitat que más alta probabilidad tiene de ser eliminado para apertura de superficies agrícolas.

Al mismo tiempo se puede entender que el hábitat menos eficiente en recuperar su homeostasis es la selva subperennifolia. Ecológicamente se puede entender entonces que la conversión de vegetación natural hacia tierras agrícolas es de mayor relevancia en el bosque de pino y la selva subperennifolia, en tanto que el hábitat en mayor riesgo es la selva subperennifolia, y el bosque mesófilo tiende a mantenerse, más que a desaparecer.

Espacialmente se percibe que las zonas altas del SAR son en las que la frontera agrícola avanza a un ritmo más acelerado, pero aun así no es significativamente diferente al proceso de pérdida de superficies de selva subperennifolia. Del análisis realizado se calculó una tasa de deforestación aproximada a 42.60 Has/año de vegetación natural. La selva mediana subperennifolia perdió el 37.45% de su superficie entre 1994 y 2011; el bosque de pino el 28.86%, en tanto que el bosque mesófilo de montaña el 11.27% de su superficie en el mismo periodo de tiempo.

Se prevé que a la misma tasa de deforestación en el año 2193 el SAR haya perdido la totalidad de la vegetación forestal presente actualmente. A razón de la pérdida de 42.60 Has/año de superficie forestal será en los próximos 30 años (2043) cuando la posibilidad de regeneración natural del ecosistema sea menor a la presión de aprovechamiento; es decir es el momento en que el SAR habrá perdido el 50% de su vegetación natural.

La tendencia de deterioro del SAR por pérdida de vegetación mantiene una tasa de pérdida de superficie que resulta grave, pero que al compararse con otros sitios está dentro de la media calculada para zonas de alta vulnerabilidad ambiental.

Índice de recambio de especies.

Dado que el SAR está integrado por factores que fluctúan a distintos ritmos y escalas, afectando al ecosistema en distintos sentidos, es necesario conocer la capacidad de permanencia (resiliencia) y la capacidad de regresar a su equilibrio (homeostásis).

Para el caso de un ecosistema que presenta un proceso dinámico de recuperación a partir de una perturbación, el recambio de especies es un buen método para determinar el momento y la magnitud de ese proceso; ya que para el caso de especies vegetales, el proceso de colonización tiende a realizarse en fases que en lo general pueden distinguirse por el tipo de plantas y especies de las mismas que se desarrollan en términos de su estado de recuperación: para un hábitat con perturbación severa o inmediata se observan principalmente especies herbáceas, un sitio con una perturbación media o mediata y en proceso de recuperación se observan especies arbustivas, y para un sitio que sufrió una perturbación de largo plazo o baja se presentan especies arbóreas.

Lo anterior es cierto cuando la perturbación fue momentánea y fugaz. Sin embargo en el SAR la perturbación resulta ser un evento continuo y de diferentes magnitudes; debido por ejemplo a la actividad agrícola, el tránsito de personas, el cambio de uso del suelo para actividades ganaderas.

Por ello es necesario emplear una medición correlativa que permita identificar la magnitud de la perturbación y si el hábitat se encuentra en proceso de recuperación o se ha estabilizado, y de qué forma ha

sucedido: por la permanencia de elementos vegetales sin incrementar su diversidad vegetal (similar a un cafetal bajo sombra), o por la regeneración natural de los diferentes estratos de vegetación.

Para identificar la magnitud de la perturbación y la forma como se da el proceso de recuperación se considera que el índice de recambio de especies es el válido en función de la integración de sus variables.

El índice de recambio de especies es la interpretación ecológica del índice de diversidad gamma. La diversidad gamma se refiere a la estimación de la diversidad en un ámbito regional (grupo de hábitats), y resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta), de forma tal que:

$\text{Gamma} = \text{alfa promedio} + \text{beta}$

Las diversidades alfa y beta, en este contexto, pueden entenderse como: La diversidad alfa se refiere a la riqueza de especies de cada sitio de muestreo, cuyo tamaño determina el número de especies por la relación área-especies. Esta diversidad está asociada principalmente con factores ambientales locales y con las interacciones poblacionales, de tal manera que representa un balance entre las acciones de la biota local y los elementos abióticos. En tanto que el caso de la diversidad beta, esta representa el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las diferentes comunidades del paisaje, y se refiere a la variabilidad y distribución de las especies a través de un gradiente ambiental o geográfico, de tal manera que se consideró que existe una diversidad beta baja si la composición de las especies cambia poco a

través del gradiente. Para medir la diversidad beta se empleó el Índice de reemplazo de Whittaker.

El cálculo de las diversidades para integrar el índice de recambio de especies debe realizarse bajo las siguientes consideraciones:

- Las especies que integrarán el índice deben permitir la comparabilidad entre sitios de trabajo o tipos de vegetación.
- Deberán encontrarse en los distintos tipos de vegetación.
- Fácilmente asequibles e identificables.
- Características de distintas condiciones del hábitat.

De las consideraciones anteriores se determinó que las especies de plantas que pertenecen a las familias Rubiaceae y Melastomataceae cumplen con las condiciones ya que ambas son cosmopolitas, son morfológicamente distintas, presentan preferencias de nicho ecológico divergentes: las rubiaceas se encuentran con mayor frecuencia en sitios perturbados y en recuperación, las melastomatáceas se encuentran en áreas con mejores condiciones de humedad y menor temperatura debido a la sombra del dosel de sitios ya recuperados o con baja perturbación.

La comparación de la abundancia y diversidad de estas dos familias produce el índice de recambio de especies, pues permite determinar por la presencia o ausencia de las familias el grado de perturbación o conservación del sitio y la magnitud de la perturbación causada. Esto es: Única presencia de melastomatáceas representa un sitio mejor conservado y con una perturbación baja.

Alta presencia de melastomatáceas y baja presencia de rubiáceas representa un sitio con buena conservación y una perturbación baja y en proceso de recuperación.

Igual presencia de especies de ambas familias significa un sitio conservado con una perturbación fuerte y en proceso de recuperación, o cuya perturbación es constante pero de bajo impacto.

Mayor presencia de rubiáceas representa un sitio con conservación media y una perturbación severa.

Única presencia de rubiáceas representa un sitio con conservación baja y perturbación severa.

Fragmentación del hábitat.

De acuerdo a las observaciones de Santos y Tellería (2006), la disminución del tamaño de los fragmentos se asocia a un incremento inevitable de la relación perímetro/superficie regido por reglas de geometría básica.

Se crea así en todos los fragmentos una banda perimetral de hábitat con condiciones adversas para muchas de las especies allí acantonadas; es decir, se produce una zonificación en un hábitat de borde (de baja calidad) y un hábitat de interior (de alta calidad).

El autor advierte que la pérdida de calidad se debe a la incidencia de múltiples factores físicos y bióticos que proceden de la matriz de hábitat, por lo que es fácil de comprender que la matriz y los efectos de borde crecen simultáneamente en todos los procesos de fragmentación, con graves consecuencias para la supervivencia de las poblaciones afectadas (Janzen, 1983; 1986; Murcia, 1995; Ries et al., 2004; Fletcher, 2005).

Sobre los procesos antes mencionados, Santos y Tellería describen:

Procesos bióticos. El incremento del borde asociado a la geometría de los paisajes fragmentados favorece la invasión de los fragmentos por muchas especies generalistas propias de las matrices de hábitat, o bien de sectores del propio hábitat sometidos a algún tipo de perturbación natural. Estos procesos invasivos afectarán tanto a la supervivencia de las especies directamente afectadas (a través de interacciones tales como la depredación y a herbivoría, la competencia por diversos recursos, etc.) como a sus potenciales funciones ecosistémicas (polinización, dispersión de semillas, etc.), generando cadenas de extinciones locales (Aizen y Feisinger, 1994, Tallmon et al., 2003). Un caso típico de efecto biótico directo (oprimario; Janzen, 1986) es el incremento de la depredación en los bordes de los fragmentos forestales debido a un aumento de los depredadores generalistas (córvidos, roedores, algunas especies de serpientes, etc.; Chalfoun et al., 2002) propiciado por los recursos generados en la matriz de hábitat. De hecho, desde que Wilcove (1985) apuntara la existencia de altas tasas de extinción local en muchos pájaros migradores por la elevada presión de depredación de sus nidos en los bosques fragmentados de Norteamérica, no han dejado de acumularse evidencias en este sentido (Stephens et al., 2003).

En otros casos, el consumo de las plantas o de sus propágulos por ciertas especies invasoras que medran en la matriz de hábitat da inicio a una cascada de efectos interactivos que Janzen (1986) ha denominado efectos bióticos indirectos (secundarios). Así, el consumo de propágulos reproductivos afectará al reclutamiento de la planta afectada, pero además puede generar bucles adicionales que disminuyan todavía más dicho reclutamiento si, por ejemplo, se establece una interacción competitiva con algún mutualista de la planta por el recurso, como con los dispersantes frugívoros en el caso de los frutos".

Tomando como antecedente los estudios de Santos y Tellería (2006), se analizó cómo afecta el efecto de borde la composición florística de cada uno de los fragmentos de vegetación muestreados y se identificaron los posibles cambios en las modificaciones micro-ambientales que pudieran tener un impacto significativo sobre el establecimiento y composición de las especies vegetales.

Durante las evaluaciones ecológicas de los sitios se pudo apreciar que la mayoría de los sitios presentan niveles de presión considerables, debido al aumento de las superficies destinadas para cultivos de café en las zonas con topografía más abrupta y áreas de pastoreo en las cimas de las lomas más cercanas a las comunidades. La red de caminos y veredas de acceso son otro factor importante que facilita, por una parte, la extracción de material vegetal (leña y plantas con flor principalmente), y por otra la propagación de especies invasoras que terminan dominando los estratos más bajos de los fragmentos.

Así, es fácil encontrar sitios cuyo borde está resguardado por especies secundarias nativas e invasoras, pero que en su interior conservan elementos arbóreos de importancia ecológica, principalmente en los estratos medio y alto.

Es común encontrar, además, un estrato emergente en la mayoría de los sitios evaluados, que brindan información acerca de las condiciones iniciales del fragmento, tales como las coberturas y los diámetros que alguna vez dominaron.

La presencia de especies epífitas, trepadoras y de musgos se ve considerablemente reducida por los cambios drásticos en las condiciones

lumínicas, que pasa, como se había mencionado para los sitios más alterados donde la ocurrencia de rubiáceas dominó, de vertical a horizontal, ejerciendo un efecto negativo en las condiciones microclimáticas donde éstas habitan.

La carencia de estratos medio y bajo bien definidos evita la incidencia de especies de fauna que usan estos elementos florísticos como protección o como parte fundamental en alguna de sus fases reproductivas.

Según los colonos, los avistamientos se han reducido en las últimas décadas, desde la introducción de la planta de café en toda la región, dando pauta a que la cacería como actividad tradicional para la obtención de alimento, se haya vuelto una actividad menos recurrente, y por ende, que potencializa la presión sobre los recursos.

La estimación de la fragmentación del hábitat entonces está determinada por las necesidades de las especies que se desea estudiar.

En su conjunto en el SAR se observaron especies que presentan alta flexibilidad a la perturbación; por lo que la estimación de los valores de análisis de fragmentación se realizó de manera empírica bajo la consideración de la opinión de los especialistas que participaron en la elaboración del presente estudio ambiental.

Se determinó que aquellas superficies con un área núcleo con por lo menos 50 Has de superficie y un borde de 250 m determina un sitio con una probabilidad de 0.75 como refugio de las especies presentes en el SAR. Esto es, el 75% de las especies del SAR pueden sobrevivir en superficies

compactas de 50 ha y un área de amortiguamiento con un ancho de 250 m. A esta superficie se le consideró como superficie núcleo.

Se calculó también la superficie de hábitats secundarios donde la probabilidad de refugio es del 0.50, con una superficie mínima de 2 Has y una superficie de amortiguamiento con un ancho de 125 m.

Por otro lado se identificaron los corredores que permiten el intercambio de las especies presentes en el SAR. Los corredores fueron clasificados como primarios y secundarios. La configuración de los corredores primarios representa aquellos parches de vegetación con un mínimo de 125 m de ancho y una probabilidad de refugio de 0.25. Los corredores secundarios tienen una baja probabilidad de refugio sirviendo solamente como conector teniendo 65 m de ancho.

Se identificaron 37,813 Ha como hábitat primario. Cuando se conjuga el proceso de pérdida de vegetación, al año 2035 se habrían perdido 16,320 Ha como hábitat primario por causa de la fragmentación antrópica causada por la apertura de sitios de agostadero para ganado o cultivos. Este fenómeno resulta crítico en particular para la Selva mediana subperennifolia.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO V

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

V.1 Identificación de impactos.

V.2 Caracterización de los impactos.

V.3 Valoración de los impactos.

V.4 Impactos residuales.

V.5 Impactos acumulativos.

V.6 Conclusiones.

V. IDENTIFICACION, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), eventos de cambio en el mismo, caracterización y análisis del SAR y análisis del diagnóstico ambiental, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante con forme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, de acuerdo a la fracción V del Artículo 13 del Reglamento, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR; por lo que aún cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del el presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del Reglamento.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuación, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto y que se llevó a cabo para la evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

- a) Identificación
- b) Caracterización
- c) Evaluación.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno,

considerando la información señalada en el Capítulo II sobre las obras y actividades a desarrollar y los usos de suelo que se pretenden dar al predio. De igual manera se retomó la información de definición y delimitación del SAR, así como la descripción de sus componentes. Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estimó más adelante. Una vez identificadas las relaciones causa-efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder así determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), y jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos, misma que se evalúa a través de una serie de criterios jurídicos, ecosistémicos y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto ecosistémico, para poder así, valorar y posteriormente describir los impactos de todo el proyecto sobre el SAR, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

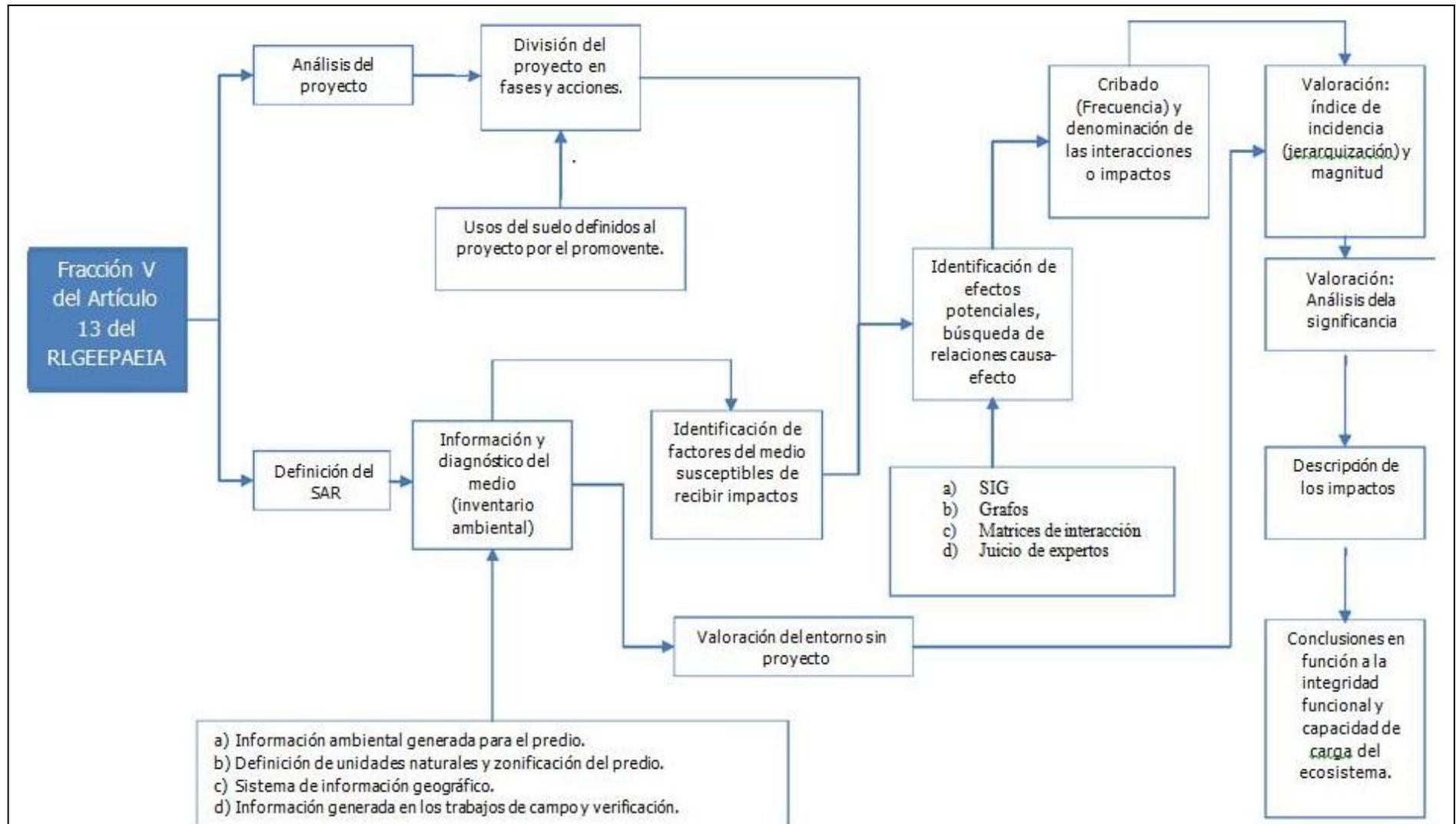


Diagrama 5.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.

V.1. Identificación de impactos.

En el desarrollo de presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SAR para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SAR.

Acciones del proyecto susceptible de producir impactos.

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

Fases: se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción.
- c. Operación.
- d. mantenimiento.
- e. Abandono del sitio.

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Las acciones concretas derivan de las actividades propias de la ejecución de las siguientes obras:

- Boquilla.
- Canal de conducción (CC).
- Tanque Regulador (TR).
- Tubería de Presión (TP).
- Casa de máquinas (CM).
- Subestación eléctrica.
- Camino de acceso (CA).
- Vaso de la Presa (VP).
- Canal de Desfogue.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Tabla 5.1. Fases y Acciones del proyecto que constituyen fuentes de cambio, perturbación o efectos en los componentes ambientales del sistema, de acuerdo con el programa de obra.

Actividades del proyecto	Nula alteración	Efecto palpable	Perturbación evidente	Cambio significativo
Actividades previas a la construcción				
Proyecto ejecutivo	x			
Preparación del sitio				
Despalme y desmonte				X
Trazo y nivelación			x	
Construcción de CA				X
Construcción de obras				
Boquilla				x
Canal de conducción			X	
Tanque Regulador y Casa de maquinas			X	
Subestación eléctrica			X	
Campamentos			X	
Almacenes de suministro			X	
Almacenes de residuos			X	
Talleres y estacionamiento			X	
Explotación de bancos de material y tiro			X	
Pruebas de operación				
Llenado del VP				x
Canalización del caudal			X	
Pruebas hidrodinámicas en casa de maquinas		X		
Prueba hidrostáticas en tuberías		X		
Pruebas de desfogue		X		
Prueba de generación		X		
Puesta en marcha		X		
Toma de caudal			X	
Desfogue de caudal			X	
Mantenimiento		X		
Abandono del sitio				
Abandono del sitio de construcción de la Presa		X		
Abandono de camino de acceso		X		
Abandono del sitio de construcción de tuberías		X		
Abandono del sitio de		X		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

construcción de CM y SE				
Abandono de almacenes y obras de apoyo		X		
Abandono permanente de la infraestructura		X		

Los cambios significativos considerados durante la ejecución del proyecto están relacionados principalmente con la construcción de las obras para el funcionamiento del mismo, por lo que recobra importancia señalar las condiciones y comportamiento del caudal ecológico, ya que dicha importancia recae en preservar las condiciones de vida ya que se ha vuelto un tema de suma importancia para la realización de proyectos para aprovechamiento del caudal de un río, y a partir de ello surge el concepto de Caudal Ecológico.

Es importante señalar que la propuesta por Tennant (1976), determinó que las condiciones de vida en un sitio comienzan a degradarse cuando se alcanza un flujo inferior al 10% del flujo medio anual, el cual se asocia a una velocidad media de 0.25 m/s y una profundidad de 0.30 m.

Sin embargo, con el objetivo de mantener condiciones de equilibrio, tomando en consideración el uso del agua, importancia ecológica y la zona, las autoridades de México elaboraron una norma que permite regular la estimación del Caudal Ecológico, (NMX-AA-159-SCFI-2012).

De acuerdo con lo mencionado, y siguiendo la reglamentación establecida en la norma, se estimó el caudal ecológico para los sitios considerados para captación y aprovechamiento del agua.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

En este punto cabe la aclaración referente al nivel de estudio, debido a que para un proyecto de Gran Visión, en el cual no se ha desarrollado trabajo de campo, se sugieren metodologías de 'gabinete'.

Figura 5.1. Estimación de caudal ecológico para el proyecto PH ANA

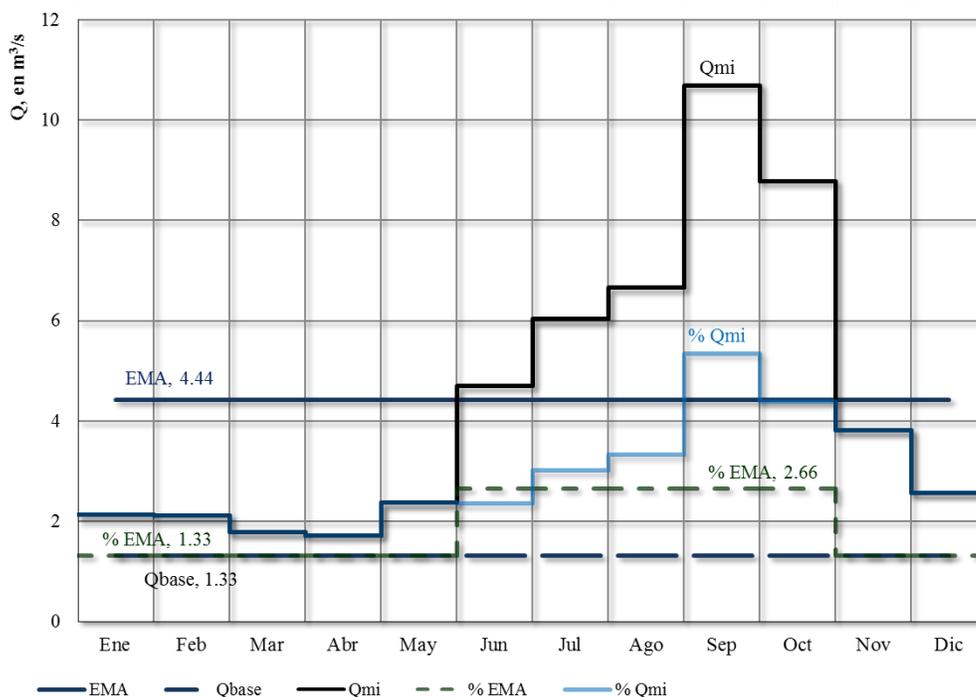


Tabla 5.2. Estimación del Caudal Ecológico del proyecto PH ANA

Gastos, en m ³ /s	Estiaje					Avenidas					Estiaje	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<u>Q_{mi}</u>	4.15	3.56	2.97	2.94	3.36	7.80	10.26	11.19	23.35	18.63	8.84	5.26
<u>Q_{max}</u>	11.66	6.68	5.06	5.13	9.32	26.53	23.14	33.79	94.10	46.15	23.28	9.47
<u>Q_{min}</u>	2.33	2.33	2.18	1.45	1.67	2.11	3.56	3.37	3.87	7.41	3.24	2.74
EMA	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51	8.51
% EMA	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	2.55	2.55
% <u>Q_{mi}</u>	4.15	3.56	2.97	2.94	3.36	3.90	5.13	5.59	11.67	9.31	8.84	5.26
<u>Q_{base}</u>	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55

Al respecto de los cambios significativos pueden agruparse por las actividades que los causan y de manera general pueden identificarse las afectaciones para todo el proyecto.

Tabla 5.3. Descripción general de los cambios significativos ocasionados por el proyecto.

Actividades del proyecto	Cambio significativo	Descripción del cambio
Preparación del sitio		
Desmonte y despalde	x	Se refiere a la remoción permanente de la vegetación natural
Construcción de CA (CA)	x	Se refiere a la remoción permanente de la vegetación natural
Construcción de las obras		
Boquilla	x	Se refiere al levantamiento de la presa en sección transversal al río.
Canal de conducción (CC)	x	Se refiere a la remoción permanente de la vegetación natural
Tanque Regulador (TR) y casa de máquinas (CM)	x	Se refiere a la remoción permanente de la vegetación natural
Tubería de presión (TP)	x	Se refiere a la remoción permanente de la vegetación natural
Vaso de la presa (VP)	x	Se refiere a la creación de un espejo lentic de agua en la cuenca.

Factores del entorno susceptibles de recibir impactos

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las

consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA-R, y a continuación, y derivado de la complejidad del entorno y su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

A partir de la identificación de la magnitud del cambio en el SAR, y con mayor precisión en los sitios de construcción de obras se determinaron, desde la matriz de impacto ambiental, los atributos componentes de los factores ambientales considerados a ser afectados. También se relacionaron de manera particular con los indicadores ambientales descritos en el presente documento.

Tabla 5.4. Descripción general de la afectación en los atributos de los factores ambientales del SAR por el desarrollo del proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO AFECTADO	DESCRIPCION DE LA AFECTACIÓN
GEOMORFOLOGÍA	Modificaciones en taludes	El corte de material geológico para nivelar los sitios de construcción de las obras modifica los taludes, especialmente en los CA, el sitio de cimentación de la boquilla y el CC. El mayor impacto será al suelo generándose grandes volúmenes de material que serán aprovechados para el mejoramiento de los caminos existentes, y lo que no sea aprovechado será dispuesto en el sitio que la autoridad municipal designe. El volumen estimado de material generado producto de la preparación de los sitios de las obras se estima en 850,000 m ³ .
	Línea de paisaje	Geológicamente se considera la línea de paisaje como un elemento estructural, por lo que la formación de nuevos taludes modifica el empuje de tierras alterando la línea de paisaje. Esta alteración será palpable en los sitios de corte de los CA, TR, CC y CM.
SUELOS	Calidad	La calidad de los suelos se verá alterada significativamente por la presencia de las obras permanentes, en particular los caminos de acceso a las obras, así como las obras mismas del proyecto (TR, CM, CC).

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Compactación	En los sitios de las obras permanentes el suelo sufrirá compactación. Esta será más intensa en los CA a las obras, especialmente por el tránsito de maquinaria, equipos y vehículos para la construcción de las obras.
	Fertilidad	La fertilidad del suelo será nula en los sitios de obras permanentes debido a la impermeabilización puntual por las estructuras de concreto que se requieren.
	Erosión	El suelo es susceptible de erosión en las zonas de cortes y taludes. Asimismo, se erosionará en los sitios de los caminos de operación y del canal de alivio.
	Composición	El suelo no sufrirá cambio en su composición, pero si en su disponibilidad.
ATMÓSFERA	Emisiones	Existirán emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria pesada, vehículos y equipos. Para las Obras de la boquilla se requiere maquinaria retroexcavadora para la excavación en cajón del sitio de cimentación de la estructura, tractor nivelador para los CA. Para el resto de las obras (TR, CM, CC), las emisiones son generadas por maquinarias y el equipo vehicular y pesado para la instalación de la infraestructura que la componen.
	Polvo y partículas sólidas	Las condiciones ambientales (humedad) del SAR no permiten la dispersión de partículas sólidas en la atmósfera durante el tránsito vehicular. Y en caso de que se presenten las condiciones, se emplearán las medidas necesarias para evitar el impacto.
	Ruido	El ruido se producirá por la ignición y el funcionamiento de los motores de toda la maquinaria y equipo involucrados. El ruido producido será generado de manera puntual en cada sitio de trabajo.

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO AFECTADO	DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN
HIDROLOGÍA	Volumen de agua superficial	El volumen del agua superficial se incrementará por la presencia de la presa desde su construcción, pero será solamente de manera puntual, estimándose un almacenamiento aproximado de 5 Mm ³ . El gasto neto de la cuenca se mantiene igual, ya que el volumen derivado de 12 m ³ /s diseñado en dos unidades (8 y 4 m ³ /s) se reincorpora al mismo sistema hidrológico del SAR, además dicho diseño permitirá que el gasto ecológico cumpla con la norma establecida.
	Calidad de agua superficial	El agua superficial podrá verse afectada en su calidad durante la construcción de las Obras de la boquilla, sin embargo esta se mejorará durante la etapa operativa del proyecto, incrementándose la cantidad de oxígeno disuelto en el caudal al momento de ser reincorporada a la cuenca en el canal de alivio.
	Calidad de agua subterránea	El agua subterránea no se verá afectada, incluso de manera puntual porque no se realizarán perforaciones a nivel de manto freático.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Uso del recurso	Se utilizará el agua del cauce para la preparación de la mezcla cementante de las estructuras de las diferentes Obras del proyecto.
	Contaminación	No se prevé la contaminación del agua por ningún medio, sin embargo se contempla la implementación de un procedimiento de emergencia en caso de derrame accidental de hidrocarburos.
	Cambio en trayectorias superficiales	Aún cuando se construirá la presa para la retención del agua, no se modificarán cauces en sus trayectorias. Tampoco se obstruirán por el proceso constructivo u operativo, salvo la obra de las líneas de conducción.
FLORA	Biodiversidad	Aún cuando existe remoción de material vegetal, la biodiversidad está salvaguardada por la implementación de una estricta política ambiental de conservación, sujeta a supervisión constante.
	Especies de interés comercial	Se removerán especies de interés comercial, pero que no representan un aporte significativo a la economía del SAR o de los propietarios de los terrenos.
	Especies endémicas	Se removerán especies endémicas del sitio o del país, mismas que serán reubicadas para su preservación en el ambiente natural que habitan.

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO AFECTADO	DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN
FAUNA	Biodiversidad	La construcción del proyecto no afecta a la biodiversidad animal, pues su estado motriz les permite explotar zonas adyacentes al sitio. Los efectos son sinérgicos y no directos.
	Microfauna	La Microfauna presente en el SAR no se verá afectada por la construcción del proyecto. Las especies que habitan el subsuelo permanecerán en él toda vez que el mismo, una vez removido, se empleará o reacomodará en zonas adyacentes a las obras.
	Peces	El necton presente en el sistema hidrológico sufre cambios estacionales, y en ocasiones severos durante el estiaje. El proyecto contempla garantizar un gasto ecológico para que aún en la temporada de secas, el río presente agua y permita la sobrevivencia de las especies que lo habitan. Sin embargo el proceso anóxico por un sistema léntico del vaso de la presa podría afectar negativamente la presencia de especies acuáticas.
	Anfibios	Salvo en el punto de la boquilla, no se presentan efectos negativos a las poblaciones de anfibios. El efecto negativo más significativo es el proceso de anoxia en el sitio del VP.
	Reptiles	Debido a la remoción de la cobertura vegetal en los sitios de las obras, los reptiles estarán propensos a sufrir la pérdida de sitios de refugio y alimentación.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Aves	Las aves sufrirán la pérdida de sitios de percha, anidación y/o alimentación por la remoción de la cobertura vegetal en los sitios puntuales de la construcción de las obras. Además serán ahuyentadas de los mismos lugares por la presencia de personas, equipo y el ruido generado durante la construcción.
	Mamíferos	Los mamíferos presentes en el SAR perderán sitios de refugio y alimentación al removerse la cubierta vegetal. Este efecto es más sinérgico que directo. Se puede incrementar el riesgo de atropellamiento por el tránsito de vehículos y maquinaria.
	Especies de interés comercial	Las especies de interés comercial no se verán afectadas por el proyecto, ya que éstas se encuentran confinadas en establos, potreros o corrales, y además lejos de los sitios de las obras.
	Especie endémicas	Existen especies endémicas de fauna que se verán afectadas en sus sitios de alimentación por la remoción de la cubierta vegetal.
PAISAJE	Calidad escénica	El sitio del proyecto se considera ya impactado por las actividades agropecuarias y el uso de suelo que se presenta, sin embargo, las obras del proyecto causaran un cambio a la calidad escénica del lugar, no obstante la calidad escénica del sitio será salvaguardada y cubiertas por un cerco vegetal. Además se contemplan actividades de reforestación y mitigación encaminados a la regeneración de la calidad paisajística, ayudando así a la recuperación de la vegetación que en su momento ha sido cambiada.

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO AFECTADO	DESCRIPCION DE LA AFECTACIÓN
POBLACIÓN	Salud de la población	Los daños a la salud de la población son nulos, ya que el proceso constructivo se realiza en sitios alejados de zonas urbanas, y en localidades con baja densidad de población. No se emplearán sustancias químicas contaminantes, o procesos que pongan en riesgo la integridad física de la población en general. Además la salud de la población será mejorada por el funcionamiento del sistema hidroeléctrico. En el punto de derivación existirá la eliminación de material de azolve de la cuenca, promoviendo una mejor circulación del agua en el sistema. La oxigenación acelerada del agua en la tubería, las turbinas y el canal de desfogue, permiten contar con agua de mejor calidad, promoviendo el saneamiento de las aguas del Río Apulco.
	Área de uso	Las superficies de uso no tiene valor económico en los sitios de la casa de máquinas. No se intervendrán terrenos con infraestructura social o comunitaria que limite el desarrollo de la población.
	Seguridad e integridad personal	Toda actividad civil conlleva un riesgo, por la naturaleza del proyecto, los riesgos de accidente son altos, especialmente durante la construcción de la boquilla. Además los obreros

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		<p>que participarán en la construcción del proyecto estarán expuestos al manejo de materiales peligrosos como hidrocarburos, de emisiones contaminantes por la operación de la maquinaria, de ruidos severos por el funcionamiento de los compresores, y de otros accidentes de origen no laboral como mordeduras de serpientes, piquetes de insectos ponzoñosos, e inclemencias climáticas.</p>
	Usos y costumbres	<p>La zona del SAR es una zona indígena con usos y costumbres propios. El proyecto no impactará negativamente en este aspecto antropológico ya que no intervendrá directamente en la vida y desarrollo de las comunidades, pues no se trata de un proyecto de manufactura o industrial de transformación. Por el contrario, el proyecto se integrará al entorno social promoviendo el desarrollo de infraestructura urbana y el manejo sostenido de los recursos naturales, la población más cercana al proyecto se ubica al suroeste de las obras, en la parte alta, siendo la comunidad de San Juan Taitic, ubicado aproximadamente a 3.5 km de distancia.</p>
INFRAESTRUCTURA	Condición de los caminos	<p>Se se consideran aprovechar los caminos existentes de la localidad de San Juan Taitic (7 Km), por lo que se mejorarán por las actividades del proyecto. Aún cuando todos los CA a los sitios de las obras serán en su mayoría terracerías, se utilizará como agregado balastro para la superficie de rodamiento, optimizando el flujo vehicular y potencializando los efectos benéficos colaterales (menor tiempo de recorrido, menor gasto de combustible, menor desgaste vehicular, etc.). Además se apertura la menor cantidad de caminos para evitar afectar la vegetación presente (1.8 Km).</p>
	Cobertura de servicios sanitarios	<p>Debido a que no existen servicios sanitarios en los sitios puntuales de la construcción de las obras, se crearán mediante un sistema ambientalmente amigable, y se cerrarán al término de la construcción.</p>
	Infraestructura educativa	<p>El proyecto no tendrá efectos negativos en la infraestructura educativa, pero sí tendrá efectos positivos en el desarrollo de las poblaciones cercanas, pues se pretende establecer un programa de gestión ambiental y social que permita el desarrollo de actividades asociadas al proyecto, con un impacto benéfico en la población.</p>
	Infraestructura cultural	<p>La infraestructura cultural del SAR está conformada por las poblaciones de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec. Las obras no afectarán de ninguna manera los sitios de relevancia cultural o turística.</p>

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO AFECTADO	DESCRIPCION DE LA AFECTACIÓN
PLANIFICACIÓN	Planificación territorial	Se cuenta con un POET de la Cuenca del Río Apulco, misma que aplica para el SAR o sus poblaciones, el proyecto promoverá el apego a las políticas y estrategias que se planean en POET.
	Planificación cultural	Este elemento es altamente vinculable al concepto anterior.
	Planificación social	Este elemento es vinculable al proceso de planificación.
ECONOMÍA	Economía individual	La ejecución del proyecto mejorará significativamente la Economía Particular de los obreros que participarán en la construcción del mismo. Se generarán empleos indirectos tanto en el proceso de construcción como durante la operación.
	Economía local	Localmente el proyecto tendrá una derrama importante de efectivo por la compra de materiales, la contratación de mano de obra y el pago de las afectaciones particulares de cada una de las obras, además de se acrecentará una de las actividades rurales que las localidades adyacentes al Río Apulco realizan con frecuencia, siendo la pesca para autoconsumo, proyectos de acuicultura en el baso de la presa, actividades que permitan el desarrollo económico local de las comunidades cercanas al proyecto.
	Economía regional	De manera regional el proyecto potencializará el sistema económico regional y el intercambio de mercancías, productos, y servicios necesarios para la construcción del mismo, permitiendo a los municipios involucrados a implementar proyectos productivos de crianza de Tilapia y Carpa mediante esquemas de manejo intensivo (jaulas flotantes) como se realizan en diferentes vasos de presas existentes en el estado de Puebla ⁴ . Además se generará 300 empleos directos y 600 indirectos durante todo el periodo de la construcción. Habrá un desarrollo social comunitario en diversas direcciones (transporte fluvial, pesca deportiva, turismo).

⁴ SAGARPA, Estudio Los Recursos Acuícolas del Estado de Puebla, México, Abril del 2009.

V.2. Caracterización de los impactos.

Una vez que se ha realizado la valoración de los impactos ambientales, estos fueron ahora convertidos a su interpretación numérica considerando su magnitud e intensidad, para posteriormente ponderar el valor de importancia de cada uno de los factores ambientales considerados en el SAR. La selección de la metodología numérica permite tener una aproximación cuantitativa de las cualidades afectadas según la condición de cada criterio de evaluación. Para ellos se emplearon las técnicas de lógica difusa que considera la ambigüedad de cada criterio ambiental considerado, así como el nivel de relación entre ellos según el valor de importancia del factor ambiental impactado. El valor de importancia de cada factor se calculó mediante el cálculo matricial de cada uno de ellos respecto a los demás factores involucrados.

En primera lugar se califica la importancia de cada factor ambiental sobre el otro por ejemplo: se resuelve la pregunta ¿Qué es más importante la flora del lugar o la calidad paisajística del sitio? Esto permite diferenciar la relevancia de cada factor ambiental dentro del entorno del SAR, pero desde la importancia de cada atributo.

Posteriormente se integran los factores ambientales con las actividades del proyecto en una matriz modificada de Leopold. En cada celda se califica el valor absoluto de magnitud e importancia del efecto de la obra sobre el factor y la relevancia del factor.

Una vez calificada la magnitud y la intensidad, se obtiene un cociente el que se multiplica por -1, según el criterio seguido para identificar aquellos impactos que tienen efectos negativos sobre los factores ambientales.

Tabla 5.4. Definición del valor de importancia de los factores ambientales que componen el SAR.

VALOR DE IMPORTANCIA	DEFINICIÓN
1	Igual importancia
3	Importancia irrelevante de un factor o componente sobre otro
5	Importancia relevante de un factor o componente sobre otro
7	Importancia demostrada directamente de un factor o componente sobre otro
9	Importancia absoluta de un factor sobre otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos definiciones adyacentes

Valor de importancia **Definición**

- | | |
|----------|--|
| 1 | Igual importancia |
| 3 | Importancia débil de uno sobre el otro |
| 5 | Importancia sólida de uno sobre otro |
| 7 | Importancia demostrada de uno sobre otro |
| 9 | Importancia absoluta de uno sobre otro |
| 2,4,6, 8 | Valores intermedios entre definiciones |

La calificación se realiza al contrastar primero los atributos en cada renglón, contra los atributos de cada columna, así pues se observa por lo ejemplo que: “la biodiversidad de flora es de importancia absoluta respecto al ruido”, o que “la calidad escénica es de importancia débil respecto a la salud de la población”. Cuando se contrasta el mismo atributo el valor es igual a 1, por tanto las celdas que se encuentran sobre los valores iguales a 1 resultan los recíprocos de cada calificación. De esta manera la matriz de los valores de importancia se calcula solamente para la mitad de las relaciones entre atributos. A partir de las relaciones en que un atributo es de igual importancia respecto a si mismo, se resuelve entonces la matriz resultante de cada atributo ambiental, y se obtiene el eigen-valor correspondiente con variable de ponderación del valor de importancia de los factores ambientales (V_f).

También se calcula una variable de ponderación ambiental (V_e) en una matriz que incluye cada uno de los medios ambientales que contienen a los factores ambientales evaluados. Esta variable de ponderación ambiental, se calculó mediante la obtención del eigen-valor y los eigen-vectores resultantes de la construcción de una matriz 3x3 o resultante por factor ambiental. La matriz 3x3 se resuelve para obtener la variable de ponderación ambiental. La variable de ponderación del valor de importancia de los factores ambientales, y la variable de ponderación ambiental se calcula de la misma forma.

La variable V_f se utiliza en la calificación inicial de los impactos ambientales, en tanto que la variable V_e se utiliza en la evaluación individual de cada uno de los impactos ambientales significativos producidos por el proyecto.

El cálculo de V_e está integrado por la relevancia entre los medios físicos, bióticos y socioeconómicos. Los valores de la matriz construida se designaron según valores de importancia empleados para la matriz de contingencia construida para los factores ambientales. El medio físico (F), el medio biótico (B) y el medio socioeconómico (E) adquieren sus valores de acuerdo al siguiente modelo de la matriz de importancia de cada uno de los medios que componen el ecosistema presente en el sitio del proyecto.

$$V_i = \begin{bmatrix} a_{FF} & a_{FB} & a_{FE} \\ a_{BF} & a_{BB} & a_{BE} \\ a_{EF} & a_{EB} & a_{EE} \end{bmatrix}$$

Determinándose de acuerdo a las siguientes consideraciones exclusivas para este proyecto:

- El medio biótico (B) es ligeramente más importante que el medio físico (F) debido a la magnitud de los impactos recibidos por el proyecto: por lo tanto $a_{BF}=2$ y $a_{FB}=1/2$.
- El medio económico es más relevante que el medio físico; por lo tanto $a_{EF}=3$ y $a_{FE}=1/3$.
- El medio biótico es de igual importancia que el medio económico; por tanto $a_{BE}=1$ y $a_{EB}=1$.

Los Valores de la matriz de importancia de los medios que componen el ecosistema presente en el proyecto están dada mediante la matriz de comparación pareada siguiente:

$$Vi = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F \\ B \\ E \end{bmatrix}$$

El eigen-valor correspondiente a cada medio del ecosistema (físico, biótico y socioeconómico) se utilizó para modificar cada uno de los factores ambientales medidos, de acuerdo al valor del eigen-vector resultante. De esta manera cada factor físico se ponderó no solo en función de su relación de importancia respecto a cada uno de los demás factores considerados, sino también por la relevancia del medio al que pertenecen. La finalidad de esta ponderación es ajustar el valor de importancia relativo a una dimensión mejor proporcionada dentro del universo de los datos que se utilizarán para determinar aquellos impactos relevantes de los que no lo son. Esto hace más efectivo el cálculo de cada impacto ambiental, sin la problemática de sobre estimar aquellos que resulten efímeros y cuyas medidas de mitigación pueden generalizarse; de manera similar permite que aquellos impactos ambientales sinérgicos se potencialicen y se hagan más evidentes en la valoración de la matriz correspondiente.

La calificación que aquí se propone parte, como ya se vio, de la importancia de los factores ambientales y su efecto sobre el resultado cualitativo tradicional. A continuación se procede a la calificación de las

interacciones entre las obras y actividades del proyecto con los factores ambientales estudiados. Esta calificación se realiza modificando el método de calificación cualitativa de impactos propuestos por Conesa. La evaluación de la matriz de importancia por medios cualitativos, no permite realizar la comparabilidad del proyecto con otros similares, con otros en el mismo entorno y tampoco permite determinar una línea base ambiental que sirva de referencia para calificar el éxito de las medidas de mitigación que se lleguen a proponer. Para realizar lo anterior, primero se definen los criterios de calificación de magnitud (M) e intensidad (I) en estalas arbitrarias, tal como en la evaluación cualitativa. Se obtiene el cociente M/I y se multiplica por el eigen-valor resultante para cada factor ambiental o valor de importancia (Vf). A partir de aquí se procede con el método propuesto en este documento.

Tabla 5.6. Criterios de calificación de la magnitud del impacto de una obra u actividad sobre un factor ambiental determinado en la matriz modificada.

Valor de magnitud objetiva	Valor de magnitud subjetiva (interpretación lingüística)
1	Baja
2	Baja
3	Baja
4	Media
5	Media
6	Media
7	Alta
8	Alta
9	Alta
10	Muy alta

Tabla 5.7. Criterios de calificación de Intensidad del impacto de una obra u actividad sobre un factor ambiental determinado en la matriz modificada.

Valor de intensidad objetiva	Valor de intensidad subjetiva (interpretación lingüística)
1	Baja
2	Media
3	Media alta
4	Alta

Tabla 5.8. Proceso de ponderación del valor obtenido en el cociente M/I de una matriz cualitativa (izquierda). Obtención del valor ponderado del impacto ambiental causado por alguna obra o actividad del proyecto, a partir del proyecto del eigen-valor o valor de importancia de factor ambiental (derecha). Ejemplo del cálculo del cociente magnitud/intensidad (izquierda) y su ponderación respecto al eigen-valor del factor evaluado (derecha). Para este caso 2.00000 (geomorfología), 6.33996 (suelo), 3.05362 (atmósfera), 7.19540 (hidrología).

	ETAPA	Preparación del sitio		
	ACTIVIDAD	Trazo y nivelación	Desmonte y despalme	Construcción de CA
Medio físico	Geomorfología	0.5	0.4	0.5
	Suelos	0.8	0.4	0.4
	Atmósfera	0.3	0.7	1.3
	Hidrología	0.3	0.3	0.3

	ETAPA	Preparación del sitio		
	ACTIVIDAD	Trazo y nivelación	Desmonte y despalme	Construcción de CA
Medio físico	Geomorfología	-1.0	-0.8	-1.0
	Suelos	-4.8	-2.4	-2.4
	Atmósfera	-0.8	-2.0	-4.1
	Hidrología	-1.8	-2.1	-2.1

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Tabla 5.9. Calificación de la intensidad estimada del efecto de obras sobre factores ambientales considerados en el SAR.

ETAPA	ACTIVIDAD	Preparación del Sitio			Etapa de Construcción							Pruebas y Operación							Abandono del Sitio							TOTAL S				
		Trazo y nivelación	Desmonte y despalle	Construcción de CA	Cortina vertedora	Canal de conducción	Casa de Máquinas	Subestación Eléctrica	Tanque Regulador	Obras temporales de apoyo	Explotación de bancos de material y tiro	Llenado de la presa	Canalización del caudal	Pruebas hidrodinámicas en casa de máquinas	Pruebas hidrostáticas en tuberías de presión	Pruebas de desfogue	Pruebas de generación	Pruebas de marcha	Toma de caudal	Desfogue del caudal	Abandono del sitio de la construcción de la presa	Abandono de CA	Abandono del sitio de construcción de la tubería	Abandono del sitio de construcción del SE	Abandono del sitio de construcción de LT		Abandono de almacenes y obras de apoyo	Abandono permanente de la infraestructura	Rehabilitación	
Medio Físico	Geomorfología	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	63.0
	Suelos	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	64.0
	Atmósfera	1.0	2.0	4.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	57.0	
	Hidrología	1.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	81.0	
Medio Biótico	Flora	2.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	4.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	77.0
	Fauna	2.0	4.0	3.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	82.0
	Paisaje	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.0	4.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	77.0
Medio Socioeconómico	Población	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	47.0
	Infraestructura	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	48.0
	Planificación	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	47.0
	Economía	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	49.0
		21.0	33.0	35.0	29.0	26.0	25.0	24.0	30.0	22.0	36.0	21.0	21.0	17.0	17.0	17.0	17.0	24.0	20.0	23.0	30.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	36.0	692.0

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Tabla 5.10. Resultado de la ponderación del cociente M/I de la matriz cualitativa.

ETAPA	ACTIVIDAD	Preparación del Sitio			Etapa de Construcción						Pruebas y Operación								Abandono del Sitio						Calidad Ambiental Neta	Vf (INGENVALOR)								
		Trazo y nivelación	Desmonte y despalme	Construcción de CA	Cortina vertedora	Canal de conducción	Casa de Máquinas	Subestación Eléctrica	Tanque Regulador	Obras temporales de apoyo	Explotación de bancos de material y tiro	Llenado de la presa	Canalización del caudal	Pruebas hidrodinámicas en casa de máquinas	Pruebas hidrostáticas en tuberías de presión	Pruebas de desfogue	Pruebas de generación	Puesta en marcha	Toma de caudal	Desfogue del caudal	Abandono del sitio de la construcción de la presa	Abandono de CA	Abandono del sitio de construcción de la tubería	Abandono del sitio de construcción del SE			Abandono del sitio de construcción de LT	Abandono de almacenes y obras de apoyo	Abandono permanente de la infraestructura	rehabilitación				
Medio Físico	Geomorfología	-1.0	-0.8	-1.0	-2.0	-1.2	-1.3	-1.3	-0.8	-1.0	-1.6	-2.0	-2.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	-33.2	2.00000
	Suelos	-4.8	-2.4	-2.4	-6.3	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-2.5	-3.2	-6.3	-6.3	-12.7	-12.7	-12.7	-12.7	-12.7	-12.7	-12.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.1	3.6	-115.2	6.33996			
	Atmósfera	-0.8	-2.0	-4.1	-1.5	-0.8	-2.0	-1.0	-1.5	-1.5	-3.1	-3.1	-3.1	-6.1	-6.1	-6.1	-6.1	-6.1	-6.1	-6.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.0	2.4	-44.2	3.05362			
	Hidrología	-1.8	-2.1	-2.1	-2.9	-3.6	-7.2	-7.2	-4.3	-2.9	-7.2	-4.8	-4.8	-28.8	-28.8	-28.8	-28.8	-28.8	-3.6	-2.9	9.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	3.6	5.8	-158.4	7.19540			
Medio Biótico	Flora	-1.6	-1.6	-1.2	-1.6	-1.0	-1.6	-1.6	-1.8	-1.3	-1.6	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-6.3	-2.1	-1.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.1	1.3	-25.3	3.13561				
	Fauna	-5.2	-5.2	-3.9	-6.9	-4.1	-6.2	-6.2	-5.2	-5.2	-5.9	-6.2	-15.5	-10.3	-10.3	-10.3	-10.3	-31.0	-6.2	-4.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	6.9	4.1	-97.4	10.33780				
	Paisaje	-1.0	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.7	-0.7	-1.0	-2.0	-1.0	-1.0	-1.0	-2.0	-1.0	-0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.5	-10.7	1.00000				
Medio Socioeconómico	Población	4.7	7.0	2.8	2.3	3.1	2.3	2.3	2.3	4.7	2.3	1.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	2.3	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	1.2	104.7	4.68305				
	Infraestructura	4.3	6.4	2.6	4.3	4.3	4.3	2.6	4.3	4.3	1.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	2.1	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	1.2	106.6	4.25962					
	Planificación	4.3	6.4	4.3	4.3	4.3	4.3	1.7	4.3	2.1	1.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	2.1	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	1.7	105.7	4.25962					
	Economía	3.2	3.2	3.2	2.1	1.6	1.6	1.1	3.2	1.6	1.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	1.3	3.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.3	58.1	3.21736				
		0.3	8.2	-2.5	-8.8	-1.2	-9.5	-8.5	-9.5	1.4	-13.0	-21.0	-20.3	-49.5	-49.5	-49.5	-49.5	-76.3	-19.2	-23.8	43.0	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	33.3	25.1	-109.3	1946.30000				

Finalizada la ponderación de los cocientes calculados, se discriminan aquellos impactos ambientales no significativos. Estos se realizan mediante un proceso de cribado en tres pasos:

- 1.- La normalización de los datos de la matriz mediante una regresión logística, teniendo como exponente el valor del eigen-vector.
- 2.- La eliminación de aquellos datos cuyo valor fuera menor al valor de la polinomial de cada factor ambiental y la separación en dirección del impacto, para ser finalmente analizados por separado.
- 3.- El cálculo de los percentiles extremos, siendo aquellos con menor valor absoluto descartados, y aquellos con mayor valor absoluto considerados como significativos; y finalmente el cálculo de los percentiles se ajusta a la medida geométrica habiendo cribado de la matriz aquellos datos con menor valor.

De esta manera se determinan aquellos impactos ambientales que deberán ser analizados y evaluados de manera individual empleando los rangos numéricos de las variables que componen los atributos de impacto ambiental. El objetivo por el que se califican los impactos ambientales de manera individual es para obtener la diferencia entre el cálculo del cociente ponderado, y el resultado de la evaluación individual. Al cociente ponderado se le denominará: "valor de la Calidad Ambiental Neta" (CAN), dado que es el valor calculado a partir del análisis de los componentes ambientales del SAR, y no presenta sesgo alguno en función de los elementos considerados como basales. Este concepto se conoce como "línea base ambiental" y es el estado de calidad ambiental neta en el que se encuentra el SAR al momento del análisis y sin la presencia del proyecto.

Una vez que se obtiene la matriz de impacto ambiental del proyecto, se evalúan los impactos ambientales significativos de manera individual en un formato de evaluación, la suma total del cálculo difuso de cada variable sustituye el valor de calidad ambiental neta en cada interacción obra-factor de la matriz, y a este resultado se le conocerá como: “Calidad Ambiental del Proyecto (CAP).

Ambos valores CAN y CAP también se localizarán, como las variables de impacto ambiental, dentro de un rango de medida paramétrica que facilita su interpretación lingüística.

Ambos valores, tanto la calidad ambiental neta, como la calidad ambiental del proyecto, se contrastan mediante una operación de sustracción y el valor absoluto del residuo se denominará “Valor Ambiental del Proyecto (VAP). El VAP determinará entonces, por un lado la magnitud real de los efectos negativos o positivos del impacto producido; y en otro aspecto representa el factor por el cual las medidas de mitigación deberán aportar para que el efecto negativo alcance el valor más cercano a 0, considerando así que el impacto ambiental ha sido revertido o mitigado. Cuando se trata de calcular las medidas de mitigación y su efectividad, el VAP será conocido como “Factor de Mitigación Ambiental (FAM).

Evaluación y cuantificación de los impactos ambientales significativos.

Al realizar la identificación de los impactos ambientales significativos, se obtienen aquellas interacciones Proyecto – SAR que resultan relevantes. Estas interacciones se califican individualmente utilizando la técnica de lógicas difusas, para reducir el margen de error al realizar una evaluación cualitativa. De esta manera se determina “por cuanto” un factor adquiere más relevancia que otro, a partir de una matriz de cálculo simétrica, en la que cada celda representa los valores paramétricos o la suma relativa de los factores o componentes, respectivamente.

Para el caso particular del proyecto, los valores de importancia se definieron como ya se ha comentado anteriormente. Estos valores se integran como exponentes y cocientes modificadores de cada impacto producido, permitiendo el correcto dimensionamiento del resultado de la evaluación.

Cada criterio de evaluación de los impactos ambientales adquiere una condición o etiqueta que permite su interpretación lingüística respecto al valor absoluto que puede adquirir en un rango cuantitativo que estandariza cada criterio a una escala de dependiente que va de 0 hasta 1, y una escala de condición independiente que adquiere valores desde 0 hasta 1, pero que resulta ambigua en términos de la valoración de la magnitud de cada condición lingüística.

Para mantener más claro lo anterior se puede ejemplificar al tratar de encontrar un valor exacto a la expresión coloquial lingüística siguiente: “¡Cuidado, te puedes golpear!”. Para entender mejor la expresión anterior en términos del impacto ambiental, la siguiente expresión resulta equivalente: “El impacto ambiental sobre la vegetación es significativo y puntual por la construcción”. Ambas expresiones carecen de consistencia en función de su objetividad, pues solamente expresan el concepto de un resultado. Por otro lado, si se sustituye la expresión por: “Un objeto de acero de 10 Kg está a punto de impactar tu cuerpo a una velocidad de 0.03 m/s, y causara un hematoma de 12 cm en tu brazo”; la expresión subjetiva adquiere ahora una precisión suficientemente clara para expresar el resultado final a partir de variables bien identificadas.

Para fines interpretativos el aspecto lingüístico del impacto ambiental resulta solamente relevante cuando se considera un parámetro de referencia, en este caso las condiciones de deterioro del SAR. Sin embargo, si este parámetro de referencia, o línea base ambiental, no existe, y se adquiere una interpretación individual por persona, la cual se basa en la experiencia previa para su interpretación. Por lo anterior, al sustituir elementos difusos como “significativo” o “puntual” en la oración que sirve de ejemplo en este caso, por condiciones precisas como “tres especies animales” o “12 ha de vegetación” se obtendría un resultado como este: “el impacto ambiental removerá 12 ha de vegetación, afectando tres especies animales”. Aun cuando el resultado de la interpretación del impacto ambiental sobre la vegetación ha cambiado al contar con elementos finitos, cuantitativos y más precisos, el marco conceptual del

impacto ambiental tendría que estar referido a un parámetro establecido por una línea base ambiental que permita tener una estimación más adecuada de las magnitudes de cada impacto ambiental.

Ambas interpretaciones son técnicamente correctas y conceptualmente adecuadas cuando se trata de una evaluación simple y sin necesidades complejas como las del proyecto hidroeléctrico. Para ello se requiere que la parte conceptual y lingüística de la interpretación de los impactos ambientales producidos sean referidos a un aspecto más preciso y cuantitativo; especialmente cuando existen la necesidad de evaluar alternativas del mismo proyecto, o cuando se requiere la comparación del proyecto con otros escenarios del SAR, o incluso con proyecto similares bajo condiciones ambientales distintas.

Dicho lo anterior, es necesario mencionar que en este capítulo se intenta precisar la magnitud de los impactos ambientales causados por el proyecto, de manera que el resultado de la calificación e interpretación del impacto sea lo más objetiva y paramétrica posible; permitiendo así que la evaluación resultante pueda ser comparada con otras evaluaciones similares de otros proyectos. De esta manera la comparabilidad del proyecto respecto a otros similares podrá arrojar mejores interpretaciones sobre las dimensiones ecológicas que se ven afectadas dentro de las regiones en las que se emplazan.

A continuación se explica el concepto de la lógica difusa aplicada en esta evaluación, considerando el ejemplo de los enunciados anteriores:

- Primer paso EVALUACIÓN CUALITATIVA

“El impacto ambiental sobre la vegetación es significativo y puntual por la construcción”

- Segundo paso EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SAR E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES
- Tercer paso EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL CON LÓGICA DIFUSA
- Cuarto paso INTERPRETACIÓN LINGÜÍSTICA DEL RESULTADO

“El impacto ambiental removerá 12 has de vegetación, afectando tres especies animales”

Como se puede observar, el resultado esperado del análisis es cuantificar las cualidades, permitiendo así una efectiva y exacta medición de los impactos producidos. Se procede entonces a explicar el proceso de transformación lingüística de los resultados de la evaluación, así como las medidas de impacto ambiental que se consideran para calificarlos.

De manera práctica se observa que, en el presente estudio del proyecto la interpretación lingüística de SINERGIA tienen tres condiciones: sin sinergismo, sinérgico y muy sinérgico. Estas condiciones por si solas no presentan una clara interpretación de cuan sinérgico puede ser un efecto ambiental. Por lo que no se podría determinar con certeza la magnitud del efecto sinérgico. Lo que sí se puede determinar es hasta qué punto un

efecto puede ser o no sinérgico, en función de la magnitud de modificación de la línea base ambiental del proyecto, y de la distribución de los valores que cada condiciones de sinergia puedan obtener.

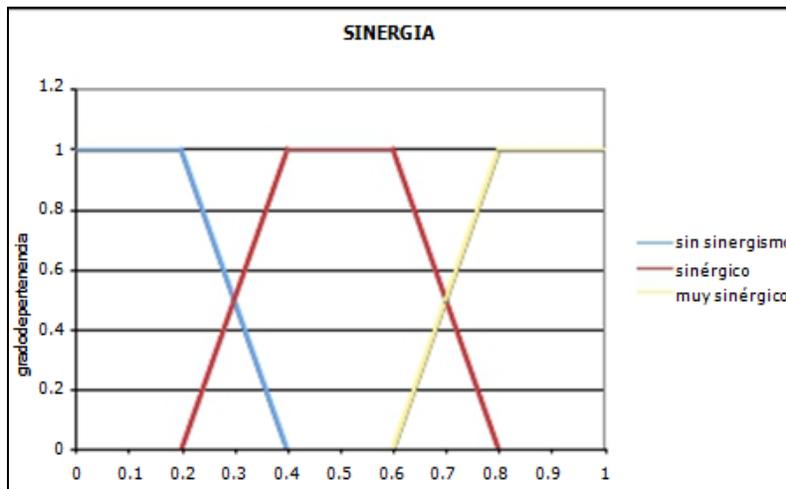
Si se considera que SINERGIA se refiere al efecto de reacción que provoca un impacto ambiental potencializado aquellos ligados en sus atributos a cada componente ambiental. Se puede expresar numéricamente en un rango de 0 hasta 1 los valores de cada condición de sinergia pueden adquirir:

Tabla 5.12. Valores de las condiciones de sinergia para el mismo criterio o variable de impacto ambiental, en función de su condición de pertenencia a una y otra condición.

Variables	Coefficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
SINERGIA	0.04	2	Sin sinergismo	0	0	0.2	0.4
			Sinérgico	0.2	0.4	0.6	0.8
			Muy sinérgico	0.6	0.8	1	1

Para el caso anterior los valores adquieren dos límites: izquierdo (L) y derecho (R), así como dos rangos (0) y (1). La combinación de ambos permiten delimitar un conjunto de elementos numéricos que pertenecen a cada condición etiquetada, y que al mismo tiempo puedan existir valores en la intersección de cada conjunto, que puedan pertenecer a una u otra condición, dependiendo de la magnitud del cambio en los rangos de valores del factor ambiental. Por ej., se tiene que un efecto “sin sinergismo”

es aquel en que el mismo es inexistente o modifica un factor ambiental hasta en una magnitud de 0.4. Sin embargo, a medida que el efecto se va incrementando, este deja de pertenecer a su categoría, hasta que forma parte de otro conjunto de valores con la etiqueta o condición de “sinérgico”. Lo anterior puede demostrarse gráficamente para la interpretación difusa del criterio: SINERGIA. En la caracterización de los impactos ambientales puede expresarse de la siguiente manera:



Grafica 5.1. Representación gráfica de la interpretación numérica difusa de las condiciones de sinergia de un impacto ambiental.

Así de esta manera, si la modificación de un factor ambiental alcanza 0.3, esta puede resultar sin sinergismo, o ser al mismo tiempo sinérgica; dependiendo de la modificación a la línea base ambiental en la que se refiere.

Las variables se clasifican a partir de la determinación del valor de importancia absoluto, definiéndose por sus atributos numéricos en:

Tabla 5.13. Clasificación y valor absoluto de los atributos de impacto.

Clasificación y valor absoluto de los atributos de impacto				
	L[0]	L[1]	R[1]	R[0]
Extremadamente perjudicial	-16	-10	-8.462	-6.923
Muy perjudicial	-8.462	-6.923	-5.385	-3.846
Perjudicial	-5.385	-3.846	-2.308	-0.769
Irrelevante	-2.308	-0.769	0.769	2.308
Beneficiosa	0.769	2.308	3.846	5.385
Muy beneficiosa	3.846	5.385	6.923	8.462
Extremadamente beneficiosa	6.923	8.462	10	16

A partir de esta categorización, los impactos ambientales se miden entonces por las siguientes variables: intensidad, extensión crítica, momento, momento crítico, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, y recuperabilidad. Estas adquieren entonces los valores correspondientes a los atributos de la tabla anterior, en función del peso y la suma ponderada de las propiedades de cada actividad, como sigue:

INTENSIDAD

Se refiere al efecto de las acciones del proyecto sobre algún factor ambiental, considerándose la diferencia del parámetro medido del factor perturbado respecto a la línea base ambiental.

Tabla 5.14. Variable intensidad.

Variables	Coeficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
INTENSIDAD	0.36	2	Baja	0.000	0.000	0.111	0.222
			Media	0.111	0.222	0.333	0.444
			Alta	0.333	0.444	0.556	0.667
			Muy alta	0.556	0.667	0.778	0.889
			Total	0.778	0.889	1.000	1.000

EXTENSIÓN

Se refiere a la delta en la superficie del área de estudio respecto a la zona de influencia directa del proyecto.

Tabla 5.15. Variable extensión.

Variables	Coeficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
EXTENSIÓN	0.16	2	Puntual	0.000	0.000	0.143	0.286
			Parcial	0.143	0.286	0.429	0.571
			Extensa	0.429	0.571	0.714	0.857
			Completa	0.714	0.857	1.000	1.000

MOMENTO

Se trata del tiempo de cambio en el que se lleva a cabo el impacto a partir de cada acción del proyecto.

Tabla 5.16. Variable momento.

Variables	Coeficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
MOMENTO	0.04	2	Inmediato	0.000	0.000	0.075	0.125
			Mediano plazo	0.075	0.125	0.400	0.600
			Largo plazo	0.400	0.600	1.000	1.000

PERSISTENCIA

Se trata de la latencia del impacto generado por el impacto sobre el factor que lo sufre, adquiriendo valores de días, meses o años.

Tabla 5.17. Variable persistencia.

Variables	Coefficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
PERSISTENCIA	0.04	2	Fugaz	0.000	0.000	0.050	0.083
			Temporal	0.050	0.083	0.533	0.800
			Permanente	0.533	0.800	1.000	1.000

REVERSIBILIDAD

Cuando los efectos del impacto ambiental se revierten hacia su línea base ambiental o adquieren un valor de importancia mayor al medio, en función del tiempo del suceso.

Tabla 5.18. Variable reversibilidad.

Variables	Coefficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
REVERSIBILIDAD	0.04	2	Corto plazo	0.000	0.000	0.050	0.083
			Mediano	0.050	0.083	0.533	0.800
			Irreversible	0.533	0.800	1.000	1.000

SINERGIA

Se refiere al efecto de reacción que provoca un impacto ambiental, potencializando aquellos ligados en sus atributos a cada componente ambiental.

Tabla 5.19. Variable sinergia.

Variables	Coficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
SINERGIA	0.04	2	Sin sinergismo	0.000	0.000	0.200	0.400
			Sinérgico	0.200	0.400	0.600	0.800
			Muy sinérgico	0.600	0.800	1.000	1.000

ACUMULACIÓN

Se considera como la adición de un impacto ambiental sobre el entorno, siendo este relativo a la magnitud del mismo y la capacidad de mitigación del impacto.

Tabla 5.20. Variable acumulación.

Variables	Coficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
ACUMULACIÓN	0.04	2	Bajo	0.000	0.000	0.200	0.400
			Medio	0.200	0.400	0.600	0.800
			Alto	0.600	0.800	1.000	1.000

EFECTO

El efecto de un impacto se considera como la dirección del mismo sobre el entorno ambiental, considerando como directo aquel impacto causado por una actividad del proyecto sobre algún factor ambiental. Un impacto indirecto es aquel que por consecuencia de las actividades del proyecto

se percibe sin que exista relación aparente entre la actividad y la magnitud del cambio ambiental.

Tabla 5.21. Variable efecto.

Variables	Coeficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
EFECTO	0.04	2	Indirecto	0.000	0.000	0.333	0.667
			Directo	0.333	0.667	0.600	0.800

PERIODICIDAD

La periodicidad de un impacto se refiere a la constante temporal en que es ocasionado siendo este; irregular cuando se causa de manera intermitente y sin una frecuencia determinada; periódico cuando el tiempo en que se genera el impacto mantiene una frecuencia debido a una serie o grupo de actividades relacionadas y recurrente; y continuo cuando el impacto se mantiene durante todo el tiempo de ejecución del proyecto.

Tabla 5.22. Variable periodicidad.

Variables	Coeficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
PERIODICIDAD	0.04	2	Irregular	0.000	0.000	0.200	0.400
			Periódico	0.200	0.400	0.600	0.800
			Continuo	0.600	0.800	1.000	1.000

RECUPERABILIDAD

Se refiere a la condición final del entorno ambiental después de la generación de impactos positivos o negativos, y que puede cambiarse para mejorar o al menos igualar la condición ambiental base, cuando el impacto negativo o mejorar o potenciar cuando el impacto ambiental resulta positivo.

Tabla 5.23. Variable recuperabilidad.

Variables	Coefficiente	Exponente	Etiqueta	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
RECUPERABILIDAD	0.08	2	Intermedia	0.00 0	0.00 0	0.14 3	0.28 6
			Lenta	0.14 3	0.28 6	0.42 9	0.57 1
			Mitigable	0.42 9	0.57 1	0.71 4	0.85 7
			Irrecuperable	0.71 4	0.85 7	1.00 0	1.00 0

Cada polinomial resuelta, permite dilucidar la importancia de cada factor ambiental.

La combinación de las condiciones de los criterios en que se se califican los impactos ambientales producen un resultado que se califica por su valor absoluto, y se modifica por la dirección del impacto: negativo o positivo. De tal manera que mediante la inclusión de vi e la fórmula de análisis de aproximación global, podremos calcular el verdadero valor del cambio ambiental neto con y sin proyecto, además de definir que evento

repercute en que momento sobre los parámetros ambientales definidos. La fórmula del análisis de aproximación global tiene la forma siguiente:

$$y = \sum_{i=1}^N f_i w_i g_i(x_i)^n + \sum_{i=1}^n (1-f_i) w_i g_i(1-x_i^2)$$

Dónde:

f_i: La suma ponderada de las variables de impacto con “n” entradas.

x_i: La entrada número i

w_i: el peso entre 0 y 1

f_i: el parámetro con valor 0 hasta 1

G_i: la función de *F_i* derivada de *W_i* hasta 1

X_i: La función de [0,1] en [0,1] monotonamente creciente hasta 1 exponente *V_f*

De esta forma se define la importancia y persistencia ambiental de cada efecto sobre los parámetros, determinando así si el proyecto es ambientalmente viable o no.

El resultado de los criterios, atributos, condiciones y valores de importancia de los factores del SAR se considera como el valor de la calidad ambiental del proyecto.

Tabla 5.24. Rango de valores y signos de la calidad ambiental y su interpretación lingüística.

Clasificación de la calidad ambiental				
	L(0)	L(1)	R(1)	R(0)
Extremadamente perjudicial	-16	-10	-8.462	-6.923
Muy perjudicial	-8.462	-6.923	-5.385	-3.846
Perjudicial	-5.385	-3.846	-2.308	-0.769
Irrelevante	-2.308	-0.769	0.769	2.308
Beneficiosa	0.769	2.308	3.846	5.385
Muy beneficiosa	3.846	5.385	6.923	8.462
Extremadamente beneficiosa	6.923	8.462	10	16

Impactos ambientales en la etapa de construcción del proyecto.

Obras de la Boquilla, CA y VP.

De manera general, los impactos ambientales del proyecto en este sitio serán causados por la edificación de las estructuras. Estos están descritos de acuerdo al proceso constructivo siguiente:

- En primera instancia, se realizará la remoción de la cubierta forestal del sitio de obras permanentes y de la superficie del VP. El derribo del material arbóreo será direccionado hacia adentro de los polígonos delimitados.
- Se realizarán afectaciones en el suelo vegetal del sitio y este se removerá para su almacenamiento y posterior colocación en los sitios destinados para restauración.
- Se realizará el corte del talud para los CA, modificando el talud natural del terreno.

- Se nivelará el sitio para la construcción del almacén de insumos y residuos peligrosos (aceites y material impregnado) y se adecuarán el almacén según lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- Se realizarán los cortes para la construcción de la Boquilla.
- Se obstruirá el cauce natural del río durante la construcción de la Boquilla.
- Se compactará el suelo de superficie de rodamiento de los CA y se enbalastrará.
- Se iniciará el llenado del área del VP y se reducirá el caudal del arroyo aguas debajo de la obra de la Boquilla, pero se garantizará el gasto ecológico.

Tabla 5.25. Impactos ambientales generados por la construcción de la Boquilla.

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES ANALIZADOS	Dirección del impacto	DESCRIPCION DEL IMPACTO
MEDIO FISICO	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	-1	Se realizarán cortes al talud natural y se estabilizará el terraplén con barreras vivas
		Línea de paisaje	-1	Será evidente la construcción
	Suelos	Calidad	-1	La calidad del suelo se reducirá significativamente, especialmente en donde sea removida la vegetación
		Erosión	-1	El riesgo de erosión del suelo estará latente en los sitios adyacentes a los cortes
	Atmósfera	Emisiones	-1	La maquinaria y equipos

				producirán emisiones contaminantes
		Ruido	-1	Existirá ruido producido por los motores de la maquinaria durante las horas laborales
	Hidrología	Volumen de agua superficial	-1	Habrà cambio en el volumen de agua superficial que se escurra de manera natural debido a los cortes
		Calidad de agua superficial	-1	Existe el riesgo de azolve de los cauces debido a los cortes y el movimiento de material
		Uso del recurso	-1	Se utilizarà agua del mismo cauce para realizar la mezcla cementante de las estructuras de las obras para la Boquilla.
		Cambio de trayectorias superficiales	-1	Durante la construcción se modificarà la trayectoria del río, pero no se redireccionará hacia otro sitio. El efecto será puntual.
MEDIO BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	-1	Existirá remoción de vegetación natural
	Fauna	Biodiversidad	-1	Como efecto sinérgico a la remoción vegetal, la fauna del sitio se dispersará hacia lugares más adecuados, y se incrementará el riesgo por atropellamiento
	Paisaje	Calidad escénica	-1	Se modificarà sustancialmente la calidad escénica por el desarrollo de las obras, la presencia de personal, maquinaria y almacenes de materiales
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Población	Área de uso	-1	Se afectará la propiedad privada, previo consentimiento del dueño u ocupantes del terreno
	Infraestructura	Condición de los caminos	1	Se mejorará los caminos de terracería que conducen a los sitios de las obras, se aplicará una base rocosa y se nivelará
		Cobertura de los servicios sanitarios	-1	Se instalarán servicios sanitarios portátiles amigables con el medio ambiente
	Economía	Economía	1	Se mejorará el ingreso económico

		individual		de los individuos contratados en el sitio
		Economía local	1	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas y se crearán empleos indirectos
		Economía regional	1	La compra de insumos y materiales para la construcción de las obras tendrá un impacto regional

Canal de conducción.

El tramo contemplado para la construcción del CC es de 5,960 metros lineales, mismo que se ubica en la margen derecha del río, en zonas con perturbación por diversas actividades por el hombre, por lo que se evitará lo menos posible generar un impacto negativo la vegetación existente en el trazo del proyecto desde la boquilla hasta el TR. Por lo que dichas actividades causarán impactos ambientales principalmente sobre el suelo y la vegetación existente. Los impactos ambientales se describen de manera consecutiva a continuación.

- Remoción de la cobertura vegetal en la línea del trazo consistente en uso de suelo agrícola y pastizal cultivado, y con la posibilidad de remover la vegetación por las maniobras de los mismos.
- Remoción del suelo vegetal.
- El corte del talud natural en toda la sección del canal, así como la extracción de material en toda la trayectoria del canal.
- El uso de insumos cementantes y agua para el CC.

Tabla 5.26. Impactos ambientales causados por la construcción del CC.

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES ANALIZADOS	Dirección del impacto	DESCRIPCION DEL IMPACTO
MEDIO FISICO	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	-1	Se realizarán cortes al talud natural y se estabilizará el terraplén con barreras vivas
		Línea de paisaje	-1	El impacto será significativo a la vegetación existente en el trazo.
	Suelos	Calidad	-1	La calidad del suelo se reducirá a lo largo del trazo del CC por la ausencia de cobertura vegetal.
		Compactación	-1	Se compactará el suelo para la cimentación del CC.
		Fertilidad	-1	Se reducirá la fertilidad del suelo a lo largo del trazo del CC.
		Erosión	-1	Se incrementará el riesgo de la erosión pluvial a lo largo del trazo por la ausencia de la vegetación existente, sin embargo se crearán barreras vías durante el trazo.
	Atmósfera	Emisiones	-1	Existirán emisiones contaminantes por el uso de revolvedoras móviles para la mezcla del material cementante.
		Polvos y partículas sólidas	-1	Estos se producirán durante el retiro del material terreo del canal y acarreo de los mismos, así como durante el mezclado del cemento y arena por el proceso anterior.
		Ruido	-1	Estos se generarán por las maquinarias utilizadas para la construcción del CC.
	Hidrología	Uso del recurso	-1	Se utilizará agua del mismo cauce para realizar la mezcla cementante para las estructuras del CC.
MEDIO BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	-1	Existirá remoción de vegetación natural en todo el trazo del CC.
	Fauna	Biodiversidad	-1	La fauna del sitio se dispersará hacia lugares más adecuados, perdiendo áreas de refugio y alimentación.
	Paisaje	Calidad escénica	-1	Será mínima, sin embargo si existirá un cambio por la presencia de la estructura del CC.
MEDIO SOCIOECO	Población	Área de uso	-1	Se realizará el cambio de uso del suelo.
		Seguridad e	-1	Existe un riesgo moderado de accidentes

NÓMICO		integridad personal		laborales debido a las condiciones del área de trabajo.
	Infraestructura	Condición de los caminos	1	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad al sitio.
		Cobertura de los servicios sanitarios	-1	Se instalarán servicios sanitarios portátiles amigables con el medio ambiente
	Economía	Economía individual	1	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio
		Economía local	1	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas y se crearán empleos indirectos
		Economía regional	1	La compra de insumos y materiales para la construcción de las obras tendrá un impacto regional.

CM, TR y Canal de desfogue.

La construcción de la casa de máquinas y la subestación eléctrica, así como del tanque de captación producirá efectos negativos en la flora y fauna, la construcción del canal de desfogue producirá efectos negativos en el suelo, la flora y la fauna. Los impactos ambientales producidos de manera secuencial son los siguientes:

- Remoción de la vegetación perturbada en el sitio de construcción de las CM, TR, sus CA, la subestación y el canal de desfogue.
- Nivelación del terreno natural.
- Excavación del canal de desfogue y para el desplante de las obras.

Tabla 5.27. Impactos ambientales causados por la construcción de la CM, TR, CA y el canal de desfogue.

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES ANALIZADOS	Dirección del impacto	DESCRIPCION DEL IMPACTO
MEDIO FÍSICO	Suelos	Compactación	-1	Se realizará la compactación del suelo en el sitio donde se construirán las estructuras y planchas de concreto para las turbinas y los transformadores.
		Fertilidad	-1	Se perderá la fertilidad del suelo por la presencia de obras permanentes.
	Atmósfera	Emisiones	-1	Se producirán emisiones contaminantes por el uso de maquinaria y vehículos.
		Polvos y partículas sólidas	-1	Se producirán partículas durante el proceso constructivo de las estructuras y durante el traslado de los materiales.
		Ruido	-1	Estos se generarán por el uso de las maquinarias utilizadas para la construcción de dichas obras.
	Hidrología	Uso del recurso	-1	Se utilizará agua del mismo cauce para la preparación de las mezclas de morteros para las superficies niveladas.
MEDIO BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	-1	Se eliminará la cobertura vegetal del terreno a lo largo de la superficie del canal de desfogue.
	Fauna	Biodiversidad	-1	La fauna dejara de contar con sitios de refugio y alimentación.
	Paisaje	Calidad escénica	-1	Se alterará la calidad escénica por la presencia de los equipos y maquinaria.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Población	Área de uso	-1	Se dejará de utilizar el terreno con fines agrícolas o similares.
		Seguridad e integridad personal	-1	Se incrementará el riesgo de accidentes laborales debido al uso de equipo pesado.
	Infraestructura	Condición de los caminos	1	Se embalastrará la superficie de rodamiento de los caminos, permitiendo una mejor accesibilidad a los sitios.
	Economía	Economía individual	1	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio
		Economía local	1	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas y se crearán empleos indirectos

		Economía regional	1	La compra de insumos y materiales para la construcción de las obras tendrá un impacto regional.
--	--	-------------------	---	---

V.3. Valoración de los impactos

Los factores ambientales considerados dentro del SAR son susceptibles de ser impactados por el desarrollo de las diferentes obras del proyecto. Se describe a continuación la forma en que cada factor ambiental resulta negativa o positivamente afectado durante la fase de construcción del proyecto hidroeléctrico.

Geomorfología.

Actividades impactantes

- Boquilla y CA
- CC, TR y TP.

Forma del impacto

Tabla 5.28. Calificación del impacto ambiental causado a la geomorfología del SAR.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	ALTA	PUNTUAL	INMEDIATO	PERMANENTE	IRREVERSIBILIDAD	LENTA	SIN SINERGISMO	BAJA	DIRECTO	CONTINUA
VALOR	0.667	0.286	0.125	1	1	0.571	0.4	0.4	1	1
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL IMPACTO					-22.33					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					29.61					

De acuerdo a la descripción realizada del impacto ambiental para cada una de las obras proyectadas, este estará causado por la realización de cortes tangenciales y perpendiculares al talud natural de los terrenos en que se construirán las obras. Para el caso de las obras de toma, los cortes se realizarán en los sitios de cimentación de la Boquilla, es decir en ambos márgenes del río. Así mismo se realizarán los cortes de los taludes naturales para la construcción de los CA. Para el CC por donde se conducirá el agua, así como para la tubería de presión, los cortes se realizarán desde el inicio del CC hasta la salida del mismo según sea el trazo, por donde se cimentarán las estructuras del canal.

Por la realización de cortes, el impacto resulta negativo a la estructura geomorfológica del SAR. Así mismo el impacto de ALTA INTENSIDAD debido principalmente al movimiento de tierras y lo evidente del corte. Pero resulta PUNTUAL en EXTENSION pues solamente se realizará en los sitios destinados para las obras, sin afectar áreas adyacentes y sin que se realice de

manera generalizada en el SAR. Su PERSISTENCIA es PERMANENTE debido a que los cortes realizados son requeridos para la instalación de la infraestructura del proyecto. Así mismo este impacto resulta IRREVERSIBLE ya que no existe alternativa de omisión pues es requerido por el proceso constructivo y el desarrollo de la ingeniería del proyecto. Se considera además que este impacto es SIN SINERGISMO, ya que no se produce ningún efecto consecuente sobre otros elementos, por ejemplo el riesgo de remoción en masa de un talud, ya que el proceso constructivo garantiza la estabilidad del mismo. Además este impacto es de BAJA ACUMULACION, ya que no se presenta un efecto aditivo entre los sitios del proyecto donde se realizarán los cortes, pues las obras se encuentran dispersas dentro del SAR. Sin embargo, su EFECTO ES DIRECTO ya que no se trata de la modificación de un factor por el proceso constructivo, y además es evidente cuando se ha realizado el corte. Se considera que su PERIODICIDAD ES CONTINUA debido a que es un impacto permanente y su condición negativa se mantiene a lo largo del tiempo. Sin embargo, se trata de un impacto MITIGABLE, por tanto sus efectos se reducirán a la mínima expresión posible con la medida de mitigación adecuada para ello.

Suelos.

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA.
- CC.
- CM, TR, CA, canal de desfogue

Forma del impacto

Tabla 5.29. Calificación del impacto ambiental causado al suelo del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACION	EFFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	MEDIA	PUNTUAL	INMEDIATO	TEMPORAL	MEDIANA	MITIGABLE	SINERGICO	BAJA	INDIRECTO	IRREGULAR
VALOR	0.44	0.286	0.125	0.8	0.8	0.857	0.8	0.4	0.667	0.4
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTA DEL IMPACTO					-24.12					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					38.46					

El factor suelo del SAR será impactado negativamente por la remoción de la capa edáfica en cada uno de los sitios de las obras. Además la remoción de la capa edáfica producirá cambios en la compactación del suelo e incrementará el riesgo de erosión, pues para remover la capa edáfica de los sitios del proyecto se requiere la remoción de la cobertura vegetal, afectando consecuentemente su calidad y abundancia. La erosión más probable es la erosión hídrica debido a las condiciones de alta humedad y precipitación en el SAR.

Este impacto tiene un sentido NEGATIVO sobre el factor suelo del SAR. La INTENSIDAD es MEDIA y que se afectará solamente en los sitios de las obras, por lo que su EXTENSION es PUNTUAL. El efecto negativo de este impacto tiene un MOMENTO INMEDIATO, pues se realizará en el momento en que inicien las obras.

Su PERSISTENCIA es TEMPORAL ya que una vez terminada la construcción del mismo el suelo iniciara un nuevo proceso de formación, por lo que su REVERSIBILIDAD de manera natural es MEDIANA, o a mediano plazo. Este proceso resulta SINÉRGICO ya que el suelo es medio de subsistencia primero para las plantas y organismos que habitan el SAR, y segundo para las actividades económicas relacionadas a la agricultura y ganadería del SAR. Su ACUMULACION es BAJA debido a que el suelo si bien esta interconectado con otras unidades edáficas en el sitio del proyecto, su eliminación no resulta aditiva para las zonas adyacentes a las obras. Sin embargo, la desaparición o el riesgo de erosión tiene un EFECTO INDIRECTO en otras unidades edáficas y otras actividades, pues su fertilidad se ve disminuida en el mejor de los casos, y en otros escenarios ya no se puede utilizar por la construcción de las obras. La PERIODICIDAD es IRREGULAR o momentánea, ya que no se trata de actividades recurrentes en el mismo sitio de construcción. Este impacto negativo resulta MITIGABLE.

Atmósfera

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA
- CC y TP.
- CM, TR, CA, Canal de desfogue

Forma de impacto

Tabla 5.30. Calificación del impacto ambiental causado a la atmósfera del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACION	EFFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	BAJA	PUNTUAL	MEDIANO PLAZO	FUGAZ	CORTO PLAZO	INMEDIATA	SIN SINERGIA	BAJO	INDIRECTO	IRREGULAR
VALOR	0.22	0.286	0.6	0.083	0.083	0.286	0.4	0.4	0.667	0.4
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTA DEL IMPACTO					-30.64					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					35.17					

La atmosfera del SAR presenta una calidad sumamente alta en cuanto a niveles de contaminantes por emisiones de combustión. No existe industrias con fuentes fijas de emisión, y solamente los vehículos que transitan por las carreteras podrían considerarse la única fuente de emisión. Par el caso de este factor ambiental, el proyecto producirá emisiones contaminantes por la operación de maquinaria pesada con motores de combustión a Diésel, además la presencia de vehículos a gasolina, para el transporte de personal durante las actividades constructivas, incrementara el parque vehicular del SAR. Por las condiciones de humedad y precipitación en el SAR, no se considera que pueda producirse material particulado por el tránsito de los vehículos en los caminos de terracería.

Este impacto NEGATIVO se considera que tenga una INTENSIDAD BAJA debido a la alta calidad atmosférica del SAR y los vientos dominantes que disipan las emisiones. La EXTENSION de este impacto será PUNTUAL, y con un MOMENTO A MEDIANO PLAZO mientras dure la construcción del proyecto. Su PERSISTENCIA será FUGAZ pues las emisiones serán fácilmente disipadas, por tal motivo su REVERSIBILIDAD es a CORTO PLAZO, siendo entonces un impacto SIN SINERGÍSMO y de ACUMULACION BAJA, ya que al no confinarse las emisiones no tiene un EFECTO aditivo, por tanto es INDIRECTO. Se considera una PERIODICIDAD IRREGULAR, o momentánea mientras dure las obras. La RECUPERABILIDAD de este factor es INMEDIATA, por lo que no se requiere mitigar, solo controlar.

Hidrología

- Construcción de la Boquilla y CA
- CC y TP.
- CM, TR, CA, Canal de desfogue.

Forma del impacto

Tabla 5.31. Calificación del impacto ambiental causado a la hidrología del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	ALTA	PUNTUAL	MEDIANO PLAZO	PERMANENTE	IRREVERSIBLE	IRRECUPERABLE	SINÉRGICO	MEDIO	DIRECTO	PERIÓDICO
VALOR	0.667	0.286	0.6	1	1	1	0.8	0.8	1	0.8
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL IMPACTO					-7.68					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					43.88					

El factor hidrológico del SAR es uno de los elementos más importantes para el funcionamiento de los ecosistemas presentes en el mismo, así como para el proyecto, resulta ser la materia prima para la generación de energía eléctrica. De acuerdo al promedio estadístico obtenido de la cuenca del Río Tecolutla, a la que pertenece el proyecto, el caudal calculado actualmente para el Río resulta en 36 m³/s, del cual se aprovechará un mínimo de 20 m³/s, lo que representa aproximadamente el 55% del total. El uso de este recurso y la forma en cómo se derivarían los gastos necesarios, lo hacen propensos a un efecto negativo durante la construcción debido a la obstrucción del cauce durante la construcción de la Boquilla. El uso del recurso para el mezclado de los morteros para las cimentaciones también producirá un efecto negativo en el volumen de agua disponible en el SAR, sin embargo, el volumen es mínimo en función del volumen de precipitación en el SAR.

Este efecto tendrá un impacto NEGATIVO de INTENSIDAD ALTA debido a la obstrucción del cauce natural durante el proceso de construcción de la Boquilla. Además será PUNTUAL pues solamente se afectará el sitio del VP. La obstrucción se realizará a MEDIANO PLAZO, durante la construcción, pero será PERMANENTE por la presencia de la Boquilla y la consecuente puesta en marcha. Se trata de un impacto IRREVERSIBLE por la creación de un cuerpo de agua lenticó. Este impacto resulta SINERGICO al reducir el cauce normal durante la temporada de lluvias, y promover el incremento de material suspendido por la ejecución de las obras. La ACUMULACION de este impacto es MEDIA, pues se trata de un proceso puntual que no afecta la funcionalidad de la cuenca en el gasto medio que se tiene registrado. Por tanto su EFECTO es DIRECTO pues la construcción incide en el cuerpo de agua existente. La PERIODICIDAD es CONTINUA pues una vez concluida la obra, la infraestructura quedará en el sitio de obstrucción del cauce. Además el carácter de este impacto es IRRECUPERABLE, pues no existen medidas de mitigación o prevención que permitan reducir sus efectos. Solamente se contemplan medidas de control para garantizar el funcionamiento hidrológico del SAR.

Flora

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA
- CC y TP
- CM, TR, CA, canal de desfogue

Forma del impacto

Tabla 5.32. Calificación del impacto ambiental causado a la flora del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	TOTAL	PARCIAL	INMEDIATO	PERMANENTE	IRREVERSIBLE	MITIGABLE	SINÉRGICO	MEDIA	DIRECTO	CONTINUO
VALOR	1	0.571	0.125	1	1	0.857	0.8	0.8	1	1
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTA DEL IMPACTO					-35.45					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					67.22					

La remoción de vegetación se realizará como una actividad primaria durante la etapa de construcción de las obras del proyecto. El material forestal afectará la biodiversidad general del SAR, pero sus efectos no serán relevantes debido a la abundancia registrada durante los muestreos. En cada sitio de las obras la vegetación se removerá de manera total, considerándose que la vegetación existente en los sitios de las obras tiene un uso agropecuario con presencia de pastizal, por lo que la vegetación no es tan significativa. Los manchones de vegetación conservada consistente en BMM, BPE y remansos de selva, están fuera de las zonas del proyecto.

La remoción de la vegetación implica no solo el estrato arbóreo, sino otras formas de vida como las epifitas y las arbustivas, con la consecuente pérdida del acervo genético de las plantas taladas.

El impacto ambiental de la construcción sobre la flora es NEGATIVO. Al removerse la vegetación la intensidad del impacto es TOTAL, pero su extensión es PARCIAL. Esto es especialmente cierto al considerarse la remoción de manera lineal y no en una superficie compactada. Como la actividad de remoción de la vegetación por el cambio de uso del suelo es la primera etapa de la construcción, el MOMENTO es INMEDIATO. La PERSISTENCIA de este impacto es PERMANENTE pues se reemplazara la superficie forestal en el área de las obras, por elementos arquitectónicos que forman parte del proyecto. Esto hace que se trate de un impacto IRREVERSIBLE, pues no existe otra alternativa de construcción que permita desarrollar el proyecto utilizando el mismo espacio ocupado por la vegetación. Por tanto la remoción de la vegetación es SINERGICA pues su presencia permite la existencia de otros factores como la fauna y la creación de suelo. Debido a que la regeneración de la vegetación se realiza de forma lenta, y el impacto es irreversible, la ACUMULACION de este impacto es MEDIA, pues el EFECTO DIRECTO del mismo hace que los efectos negativos de este impacto sean aditivos hacia otros factores ambientales del SAR. Debido a que se realizará la remoción de la vegetación de manera permanente, su temporalidad es CONTINUA pues perdurará a lo largo del tiempo. Sin embargo, este impacto ambiental es MITIGABLE.

Fauna

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA

- CC y TP
- CM, TR, CA, canal de desfogue

Forma del impacto

Tabla 5.33. Calificación del impacto ambiental causado a la fauna del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	BAJA	PUNTUAL	INMEDIATO	TEMPORAL	A CORTO PLAZO	MITIGABLE	SINÉRGICO	BAJO	INDIRECTO	IRREGULAR
VALOR	0.22	0.286	0.125	0.8	0.083	0.857	0.8	0.4	0.667	0.4
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL IMPACTO					-14.8					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					79.27					

La construcción de las obras provocará la desaparición de sitios de refugio y alimentación para la fauna del lugar. Así mismo, la presencia de personas y vehículos incrementarán el riesgo de atropellamiento. La perturbación excesiva también incrementará los niveles de estrés de los organismos. Aquellos de alta capacidad de movilidad se verán menos afectados que las especies lentas. La fauna del sitio también se verá afectada por el riesgo de invasión de fauna doméstica en los sitios de trabajo.

Este impacto tiene un carácter NEGATIVO. La intensidad del mismo es BAJA debido a que los animales tienen a huir hacia mejores sitios. Como la

construcción está definida dentro de polígonos bien delimitados, este impacto resulta con una EXTENSION PUNTUAL, y de manera INMEDIATA.

Además su PERSISTENCIA TEMPORAL se debe a que durará solo durante la construcción de las obras. Por la adecuación natural de los organismos es REVERSIBLE A CORTO PLAZO, pero SINÉRGICO ya que mucho de los organismos animales son dispersores de plantas, al desaparecer estos de los sitios del proyecto, las posibilidades de regeneración de la vegetación se reducen, pero no desaparecen. Por este mismo motivo su ACUMULACION es BAJA, pues el EFECTO de la construcción sobre este factor ambiental es INDIRECTO, con PERIODICIDAD IRREGULAR o momentánea, por lo del impacto causado es MITIGABLE y prevenible.

Paisaje

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA
- CC y TP
- CM, TR, CA, canal de desfogue

Forma del impacto

Tabla 5.34. Calificación del impacto ambiental causado al paisaje del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACION	EFFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	BAJO	PUNTUAL	INMEDIATO	PERMANENTE	IRREVERSIBLE	MITIGABLE	SIN SINERGISMO	BAJO	INDIRECTO	CONTINUO
VALOR	0.222	0.286	0.125	1	1	0.857	0.4	0.4	0.667	1
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTA DEL IMPACTO					-66.14					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					76.68					

El paisaje presente en el SAR tiene aspectos de alto valor estético, resultado del sistema orográfico y natural de la región. La presencia del proyecto, desde su etapa constructiva altera de manera significativa el valor estético de cada sitio, pero no del SAR en su conjunto.

Este impacto si bien es NEGATIVO, el resto de la condición de los criterios de calificación adquiere valores bajos respecto a otros factores como la flora. La intensidad del impacto causado por las obras es BAJA, y de EXTENSION PUNTUAL. Como la construcción está programada de acuerdo al proceso constructivo, su MOMENTO es INMEDIATO. Y dado que se trata de un efecto resultante de la alteración de otros factores su PERSISTENCIA es PERMANENTE, además de ser IRREVERSIBLE.

Y como el paisaje es un elemento conceptual y estético del SAR éste se mantiene SIN SINERGISMO hacia otros factores naturales, por tanto su ACUMULACION es BAJA y su EFECTO INDIRECTO.

Ya que el impacto ambiental es permanente, adquiere una PERIODICIDAD CONTINUA pues se mantiene a lo largo del tiempo, incluso durante la operación del proyecto. Esto resulta en que el efecto negativo de este impacto ambiental sea MITIGABLE.

Población

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA
- CC y TP
- CM, TR, CA, canal de desfogue

Forma del impacto

Tabla 5.35. Calificación del impacto ambiental causado a la población del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGI A	ACUMULACION	EFFECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	BAJO	PUNTUAL	INMEDIATO	FUGAZ	A CORTO PLAZO	INMEDIATA	SIN SINERGISMO	BAJO	INDIRECTO	IRREGULAR
VALOR	0.222	0.286	0.125	0.083	0.083	0.286	0.4	0.4	0.667	0.4
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTA DEL IMPACTO					26.93					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					26.63					

El desarrollo de este proyecto causará efectos sobre las actividades productivas, de bienes y las características de producción social, el principal impacto causado es el uso del suelo, especialmente aquellos terrenos con uso agrícola. Tal es el caso de los CA a los sitios de construcción. Además a la cobertura de servicios sanitarios, estos deberán ser instalados en cada frente de trabajo, potencializando el riesgo de enfermedades laborales. Sin duda otro impacto causado a la población es, en el sentido laboral y limitado a los trabajadores del proyecto, el ámbito de la seguridad laboral. Este impacto está particularizado por los efectos negativos a la atmosfera como: el ruido y las emisiones. Además el riesgo de accidentes que pongan en riesgo la integridad física de los trabajadores o personas visitantes, o curiosos al proyecto, es alto.

El impacto ambiental causado a la población, por la construcción del proyecto es NEGATIVO. La INTENSIDAD es BAJA debido a la frecuencia de ocurrencia de los riesgos de accidentes. También resulta PUNTUAL en EXTENSION, ya que se limita a la zona de construcción. El momento es INMEDIATO debido a la exposición del riesgo y la consecuencia sobre la integridad física del personal. Su PERSISTENCIA es FUGAZ ya que se limita al momento del riesgo o de la eventualidad causada y sobre una persona o grupo de personas limitadas al ámbito laboral del proyecto. Dada esta situación, se considera que el impacto resulta con una PERSISTENCIA FUGAZ, y que se establece la temporalidad al momento de cualquier incidente pues se percibe que su causa es corregida de inmediato. Por tal situación es REVERSIBLE A CORTO PLAZO. Dado que el impacto ambiental se limita a un solo aspecto de la dinámica poblacional, el ambiente

laboral, aquel se considera SIN SINERGISMO y de ACUMULACION BAJA, con un EFECTO INDIRECTO o momentáneo y por consecuencia de PERIODICIDAD IRREGULAR. Debido a que su RECUPERABILIDAD INMEDIATA permite limitar la recurrencia de este impacto, solo se requieren medidas de control y prevención.

Infraestructura

Actividades impactantes

- Construcción de la Boquilla y CA
- CC y TP.
- CM, TR, CA, canal de desfogue

Forma del impacto

Tabla 5.36. Calificación del impacto ambiental causado a la infraestructura del SAR.

DIRECCION DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACION	EFEECTO	PERIODICIDAD
CONDICION	MEDIO	PUNTUAL	INMEDIATO	TEMPORAL	IRREVERSIBLE	IRRECUPERABLE	SINERGICO	MEDIO	DIRECTO	PERIODICO
VALOR	0.4	0.286	0.125	0.8	1	1	0.8	0.8	1	0.8
CALCULO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL IMPACTO					21.65					
CALIDAD AMBIENTAL NETA DEL FACTOR EN EL SAR					15.08					

El proceso constructivo del proyecto alterará de manera POSITIVA la infraestructura existente en el SAR, de manera particular sobre los CA a las obras. Estos son las rutas por las cuales se accede a los sitios de construcción, y se trata de vías de terracería, que bajo las condiciones climáticas imperantes en el SAR están en constante alteración. Esto hace que el flujo de personas y mercancías sea insuficiente y peligroso en ocasiones. El proceso constructivo mejorará las condiciones de las rutas de terracería que son utilizadas actualmente.

V.4. Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impactos que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y

permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará el siguiente impacto residual:

Tabla 5.37. Impactos residuales.

Impacto ambiental	Atributo
Perdida de cobertura vegetal	
Alteración patrón hidrológico superficial	

Tomando en cuenta los anteriores impactos residuales a continuación establecemos las medidas que se consideraron para su compensación:

❖ ***Pérdida de cobertura vegetal.***

La pérdida de cobertura vegetal es un impacto que se dará a causa del desmonte y despalme que se realizara en la etapa de preparación del sitio si bien se considera una superficie importante, esta no representa una afectación en términos de integridad funcional del ecosistema y mucho menos una alteración relevante para el SAR, ya que como se menciona en el capítulo IV de esta MIA dentro del área se llevan a cabo actividades humanas que poco a poco han ido modificado las características naturales de la zona, no obstante lo anterior y tomando en cuenta que se considera que es un impacto residual, se llevarán a cabo acciones de compensación con el fin de garantizar que la zona no continúe

degradándose, entre las medidas más relevantes esta la propuesta del Programa de Manejo Integral de Vegetación donde se considera como principales acciones el subprograma de rescate de especies, un subprograma de reforestación y un subprograma de monitoreo, ampliamente desarrollados en el capítulo VI de la presente MIA.

❖ *Alteración patrón hidrológico superficial*

De acuerdo con el estudio de gasto ecológico y por las características del tramo del río se puede señalar en primera instancia que en esta porción del río, las actividades económicas, ligadas directamente al río son prácticamente nulas y por ende el caudal ecológico se deberá centrar en el beneficio ambiental, es decir, el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del ambiente ripario, ya que incluso por lo abrupto de la orografía del cañón por donde fluye el río, las modificaciones en el caudal del tramo en cuestión tendrán escasa influencia en el paisaje de la vegetación. No obstante lo anterior, se tiene considerado el mantenimiento de un gasto ecológico en el sitio de la presa vertedora del proyecto, esto es que se tiene pensado dejar escurrir hacia aguas abajo de la presa un gasto que se determinará como sigue:

- a) Si el gasto medio diario, q , en el sitio de la presa es menor que el Gasto de Diseño de la planta multiplicado por 1.1, el gasto ecológico será igual al 10% de q .
- b) Si el gasto medio diario, q , en el sitio de la presa es mayor que el Gasto de Diseño de la planta multiplicado por 0.1, el gasto

ecológico será igual a la diferencia entre el gasto de diseño y q . De tal manera que siempre estará escurriendo hacia aguas abajo de la presa un gasto mayor o igual al 10% del escurrimiento de ingreso a la presa vertedora.

En términos volumétricos, esto significa que el volumen medio anual que se dejará escurrir hacia aguas abajo será superior al 10% del volumen total anual escurrido hasta el sitio de la presa. Para el gasto de diseño del proyecto, la simulación del período 1962-1982 arrojó los porcentajes del volumen ecológico respecto al volumen de ingreso a la presa. El promedio anual de agua destinada a mantener la ecología se estima en un 34.8 % del volumen medio anual escurrido.

En el estudio antes citado e incluido en los anexos se caracterizaron cuatro estructuras comunitarias, las cuales en general responden al gradiente de heterogeneidad ambiental. Lo cual reflejó que la heterogeneidad ambiental promueve el aumento de sitios ambientalmente adecuados para el desarrollo de diferentes especies.

En cuanto a los posibles impactos de las obras hidráulicas relacionadas con el proyecto aguas arriba de la cortina del embalse a construir el efecto adverso será muy limitado y solo se dará en el área de inundación, sólo en los anfibios, ello principalmente por la eliminación de la zona riparia, en cuanto a los peces, estos podrán mantenerse en condiciones lénticas.

Por debajo de este punto, y considerando que se mantendrá el caudal, manteniendo pozas de entre 20 y 40 cm de profundidad durante la época de estiaje, es muy probable que las especies de peces puedan mantenerse.

Prácticamente todas las especies se distribuyen por abajo del área de afectación e incluso la diversidad, riqueza específica y abundancia de toda la fauna es mayor, lo que nos indica que las condiciones ambientales en esta zona son más favorable.

V.5. Impactos acumulativos

Al igual que los impactos residuales, la fracción V del Artículo 13 del RLGEOPAMEIA, establece que se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos acumulativos, es por ello que se dedica la presente sección su análisis.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el

proyecto interactúa. Como se mencionó con anterioridad, considerando que las matrices de interacción, y los grafos tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos:

Tabla 5.38. Impactos Acumulativos

Impacto ambiental	Atributo	Signo del efecto	Acumulación (A)
Perdida de cobertura vegetal		N	3
Perdida de hábitats		N	3

La pérdida de cobertura vegetal y la reducción de hábitats son impactos que se encuentran estrechamente ligados y que están en función del desmonte y despalme dentro de la etapa de preparación del sitio, estos impactos se consideran acumulativos, ya que dentro del área de afectación del proyecto se vienen llevando a cabo actividades que han ocasionado la pérdida de cobertura vegetal, modificando los hábitats originales de la zona, por lo que es importante no solo evaluar el cambio que el proyecto ocasiona a dichos componentes, si no evaluar estos impactos como parte del cambio que se está dando actualmente en la

zona, para así poder proponer medidas de prevención, mitigación y compensación que satisfagan las necesidades del área.

Descripción de Impactos

En esta sección, se describen los impactos evaluados, seleccionando los impactos

significativos o relevantes, poniendo énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos. Se describen a continuación en detalle los impactos ambientales esperados con la implementación del proyecto por componente ambiental, lo anterior, con la finalidad de que cada uno de ellos sea atendido a través de medidas que garanticen la continuidad del ecosistema en el que se inserta el proyecto.

Suelo y geomorfología:

El impacto será la pérdida de suelos y el cambio de su geomorfología, la cual ocurre principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, lo anterior, debido a las acciones específicas de desmonte, despalme, excavaciones, nivelación y cimentación; sin embargo, el suelo a nivel regional no presenta características que lo hagan ambientalmente relevante, no obstante, no se soslaya el hecho que cumple sus funciones de soporte para la vegetación.

Sin embargo, la superficie de suelo alterada por la remoción de vegetación, no representan un área significativa dentro del SAR, por lo

que, asimismo, en cuanto a la calidad ambiental, estas áreas se ubican en la zona de interacción entre el desarrollo urbano y las zonas con vegetación natural, y se encuentran sujetas a la presión por el crecimiento de la zona urbana, por lo que en tal sentido, es relevante mencionar que además garantiza la conservación de áreas mejor conservadas y de mayor valor que no serán alteradas y por el contrario, serán protegidas con el desarrollo del proyecto.

Como parte del proyecto se pretenden realizar acciones de restauración para compensar la remoción de vegetación y su consecuente pérdida de suelos. Otro impacto aun cuando no se considera como significativo, será la contaminación del suelo por residuos, ya que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generan residuos sólidos, líquidos y en menor volumen peligrosos que significan riesgos potenciales de contaminación del suelo por un mal manejo de los mismos; sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de los mismos se verá reducida al mínimo por la ejecución de medidas como el uso de baños portátiles, contenedores de residuos sólidos clasificados, así como por el **Programa Integral de Manejo de Residuos** que se describe en el Capítulo VI.

Atmosfera:

El impacto a la atmosfera estará dado principalmente por las partículas sólidas y gases que se emitan por las maquinarias pesadas en las etapas de preparación del sitio y construcción, lo anterior, debido a las acciones específicas de desmonte, despalme, excavaciones, nivelación y

cimentación; sin embargo, la atmosfera a nivel regional no presenta características que lo hagan ambientalmente relevante, no obstante, no se soslaya el hecho que cumple sus funciones de soporte para el ambiente.

Como parte del proyecto se pretenden realizar acciones de mitigación a la atmósfera. Otro impacto aun cuando no se considera como significativo, será la contaminación a la atmosfera por residuos, ya que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generan residuos sólidos, líquidos y en menor volumen peligrosos que significan riesgos potenciales de contaminación al aire por un mal manejo de los mismos; sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de los mismos se verá reducida al mínimo por la ejecución de medidas como el uso de baños portátiles, contenedores de residuos sólidos clasificados, así como por el Programa Integral de Mitigación a la Atmosfera y Manejo de Residuos que se describen en el Capítulo VI.

Hidrología:

Dadas las características del proyecto, se prevé habrá una modificación en el patrón hidrológico superficial, a causa del aprovechamiento del cauce del Río Apulco para la producción de energía eléctrica; sin embargo, como se describió anteriormente, este no se verá afectado ya que por las características del proyecto no se alterará ni la cantidad ni la calidad actual del cauce de este río. No obstante se proponen una serie

de medidas con el fin de garantizar que se cumpla lo anteriormente mencionado, dichas medidas se describen en el capítulo VI de esta MIA-R.

Con lo que respecta a la contaminación del agua por residuos líquidos y sólidos, aun cuando la hidrología superficial es de temporal, se consideró ocasional y muy poco probable la contaminación del agua por residuos líquidos y sólidos, así como por peligrosos en todas las etapas del proyecto, ya que estos residuos se generan en dichas etapas, sin embargo, al igual que el impacto al suelo, la contaminación del agua por residuos líquidos y sólidos se considera solamente como riesgo potencial de contaminación del suelo por un mal manejo de los residuos, tanto líquidos, sólidos y peligrosos, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de los mismos se verá reducida al mínimo por la ejecución de medidas como el uso de baños portátiles, contenedores de residuos sólidos clasificados, así como por el **Programa Integral de Manejo de Residuos** que se describe en el Capítulo VI.

Flora:

Los impactos a este componente ambiental, con mayor relevancia y calificados como significativos, son la pérdida de cobertura vegetal, y la pérdida de individuos de especies, estos por el trazo, desmonte y despalme del terreno. Y ya con una menor frecuencia la pérdida de individuos de especies vegetales y especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se removerá vegetación, que representa un área poco significativa en referencia al SAR así como en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Así mismo se propone la reforestación de una superficie similar a la afectada en cambio de uso de suelo, dentro del mismo predio como medida de restauración, por lo que de las hectáreas removidas serán restauradas con vegetación nativa.

Se habla de la eliminación de individuos tanto de especies vegetales como de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que de ninguna manera el proyecto ocasionará la pérdida de alguna especie, solamente de algunos individuos, sin embargo se cuenta con el **Programa de Manejo Integral de Vegetación**, con el que se previenen, mitigan, y compensan los impactos derivados de la remoción de la vegetación, en particular para el rescate y reforestación de dichas especies, es importante mencionar que de ser necesario se llevarán a cabo acciones específicas de rescate y reubicación de individuos de las especies que se encuentren enlistadas en dicha Norma.

Fauna:

El desplazamiento de fauna es resultado de casi todas las actividades del proyecto, y la pérdida de individuos de especies animales y de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de hábitats aunque bien es cierto que durante los recorridos de campo no se avistaron especies catalogadas en dicha norma. Un impacto

secundario será la reducción de hábitats que la fauna utiliza. Este impacto es temporal e inducirá gradualmente la movilización de fauna hacia zonas adyacentes. Estas áreas, serán justamente las que el proyecto incorporará como áreas de conservación, considerando esto y la conservación de dicha superficie de la vegetación original del terreno, así como la restauración de superficies aptas para implementar dicha acción, puede inferirse que no habrá impactos significativos netos a la diversidad y abundancia de la fauna en el SAR como en la región, es decir, el proyecto no generará afectaciones relevantes a la biodiversidad beta y gama.

Se considera que una vez finalizada la etapa de construcción del proyecto y durante la etapa de operación, la fauna recobrará los espacios que haya abandonado por la presencia de maquinaria y equipo de construcción. Por otra parte, para el caso de la fauna, se tiene que los hábitats adyacentes, así como el mantenimiento de un gasto ecológico constante podrán mantener viables las comunidades presentes de peces, anfibios y macroinvertebrados.

Como atenuante a los posibles impactos que sobre este componente se pudiesen generar, durante la fase de preparación y construcción del proyecto, se considera la implementación de un **Programa de Manejo Integral de la Fauna**, en el cual se compromete la participación de un especialista en manejo de fauna y una cuadrilla de apoyo, que previo a la etapa de desmonte de la vegetación, realizará el rescate de especies de lenta movilidad para trasladarlas posteriormente a las áreas de conservación del predio. Esta medida minimiza al máximo posible la

pérdida de fauna poco móvil durante la etapa de preparación del proyecto. En todo caso, las anteriores afirmaciones serán demostradas a través de acciones de monitoreo. Asimismo considerara un programa de monitoreo de la fauna acuática.

Paisaje:

Para el paisaje del SAR, propiamente hablando, se identificaron 2 impactos, los cuales son negativos, mismos que se compensan, es decir, la pérdida de hábitats y de conectividad que se verán compensadas a través de los programas propuestos y sus acciones, con la conservación de la misma.

Estos impactos negativos son impactos secundarios debido a la pérdida de cobertura vegetal, sin embargo ambos se ven compensados, como ya se mencionó con la restauración de superficies aptas para implementar dicha acción, además que como ya se ha mencionado también, existen los **Programas de Manejo Integral de Vegetación y de Fauna**, que integran a su vez acciones con los que se previenen, compensan y mitigan los efectos negativos del proyecto sobre el ecosistema como lo son el Manejo de Áreas de Conservación, Manejo de Áreas Verdes, Adquisición de plantas en viveros establecidos, Rescate, Reforestación y finalmente el de Manejo de Fauna, cuyos objetivos que se detallan más adelante en el capítulo VI. Lo anterior, permitirá la continuidad de los ecosistemas, respetando la integridad funcional del ecosistema en las áreas de importancia biológica dentro del predio.

Socioeconomico (Población, Infraestructura, Planificación y Economía):

Si bien este componente está incluido dentro del proceso de evaluación, se consideran como impactos positivos, toda vez que se prevé que durante los meses que durará el proceso constructivo del proyecto, serán requeridos jornales de trabajo, que significarán fuentes de empleo temporales importantes para la región, particularmente de los municipios. Durante la etapa de preparación y construcción, serán requeridos materiales de construcción y servicios diversos que ocasionaran una derrama económica también importante para el municipio.

Los beneficios sociales y económicos esperados con la operación del proyecto se encuentran son indudables, además de la creación de una necesidad permanente de insumos materiales, alimentos y servicios diversos. Estos impactos positivos contribuirán de manera importante en el desarrollo económico de los municipios.

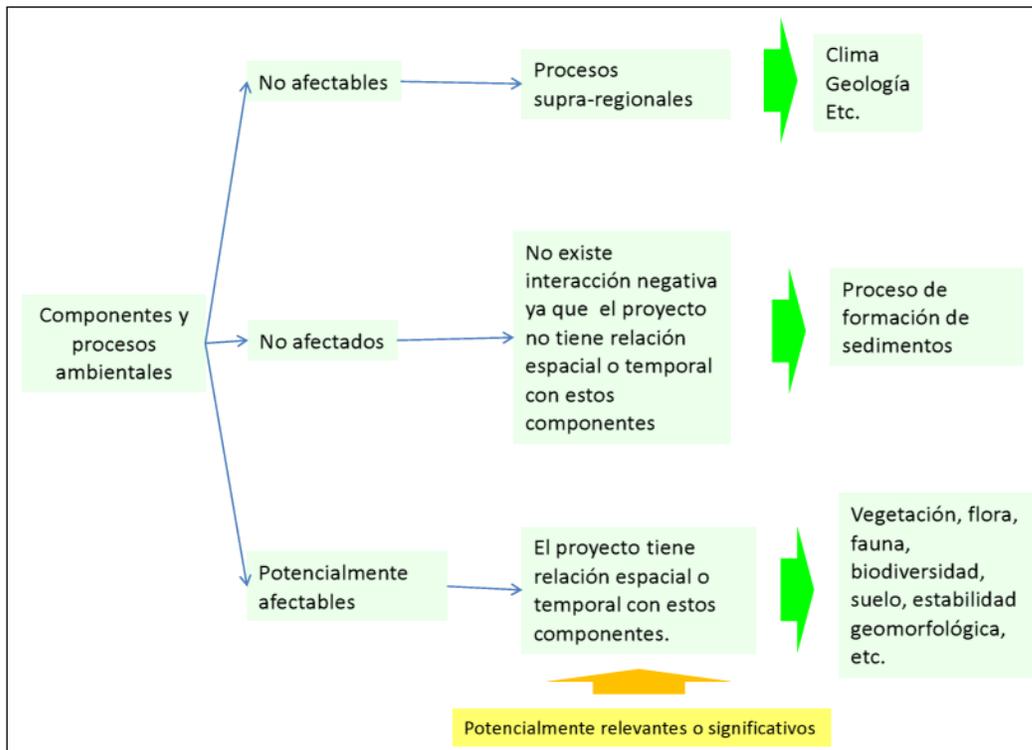
No se prevén impactos negativos indirectos derivados para la región y el municipio en términos de cubrir necesidades adicionales de vivienda y servicios urbanos para nuevos habitantes y con ello la conversión de vegetación y ecosistemas de la región, lo anterior, derivado de su cercanía con la Ciudad y zonas urbanas.

V.6. Conclusiones

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante.

En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo (VI) se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA-R y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.



Grafica 5.2. Síntesis de la evaluación de impactos ambientales.

Lo anterior se sustenta en el reconocimiento del análisis de los posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales del SAR a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la Gráfica 5.2. En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. Existen procesos cuya ocurrencia es mayor al propio sistema ambiental regional y que se les denominó supra-regionales, tales como el clima o la estructura geológica. Consecuentemente el proyecto no genera efectos que pudieran alterar estos macroprocesos.

2. Se identificaron componentes que presentan un cierto grado de importancia derivado de la percepción social y ambiental, ya que si bien la vegetación del sitio del proyecto está conformado por 5 tipos de vegetación como son: Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino-Encino, Vegetación Riparia, Pastizal inducido y Agricultura de temporal en casi todas las obras a desarrollar, de todas las especies encontradas solo *Cederela odorata* se encuentran listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, esto no quiere decir que durante la ejecución del proyecto no se encuentren especies en riesgo o protegidas por alguna norma, por lo que el proyecto no afecta la existencia de dicha vegetación, ni la integridad del ecosistema, ya que no se compromete a ninguna especie porque sus áreas de distribución son mayores que el predio y el propio SAR, además de que encontrarse alguna especie u individuo, estos no se pierden ya que serán rescatados y reintroducidos.

3. Se reconocieron interacciones entre distintas obras y actividades del proyecto y diversos componentes y procesos ambientales, en los cuales si se identificaron potenciales impactos ambientales, de los cuales se evaluó su significancia en el presente capítulo, que en particular y en cuanto al impacto a la vegetación, como el componente biótico del ecosistemas, habiéndose reconocido como el impacto de mayor incidencia y magnitud, aun cuando en términos ecosistémicos no es relevante, la afectación no representa una parte significativa del SAR que presenta el mismo tipo de

vegetación y además esta está conformada por zonas de Agricultura de temporal seguido de Pastizal inducido, Vegetación Riparia, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Pino-Encino, lo que nos indica que no se está afectando un área única, garantizando así la permanencia de una fracción relevante de este componente ambiental a largo plazo.

Con base en el contexto de la identificación de impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).
- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SAR (Artículo 13, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.
- En el contexto de impacto relevante o significativo establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa, ya que se evidencia que con relación al ecosistema generando un impacto no relevante aunque permanente por la eliminación de vegetación que anteriormente se mostró que el impacto no es significativo, no solo por la superficie de afectación, si

no por el poco grado de fragmentación al que serán sometidos. Con esto se garantiza su continuidad de los ecosistemas dentro del SAR.

- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.
- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, no serán afectadas de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SAR y, de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales en la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad regional, demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat

de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de gestión y manejo integrado a través de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO VI

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

VI.1 Programa de manejo ambiental.

VI.2 Seguimiento y control (monitoreo).

VI.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

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

En este capítulo se mencionan las medidas, acciones y políticas que se estima son necesarias para prevenir, eliminar, reducir, controlar o compensar los impactos adversos que el proyecto puede provocar en cada una de sus etapas de su desarrollo. Las medidas de mitigación propuestas adquieren el carácter de especificaciones de protección ambiental, y que observarán obligatoriamente los contratistas que desarrollen las diversas obras del proyecto.

Asimismo, se presentan medidas y recomendaciones adicionales, enfocadas principalmente a mitigar los impactos socioeconómicos y por la operación del futuro proyecto hidroeléctrico, así como para mitigar posibles impactos del ambiente sobre el proyecto; estas últimas incidirán en el aumento de la vida útil de la obra de toma, en el desarrollo sustentable de la región y para reforzar las medidas de seguridad.

Considerando que el proyecto puede ser el detonador de un desarrollo sustentable, y contribuir significativamente en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una de las regiones más marginadas del estado de Puebla, es menester aclarar que varias de las medidas propuestas requerirán la participación y responsabilidad de otras entidades y autoridades de los ámbitos federal, estatal y municipal.

Al final del capítulo se presentan especificaciones para preparar un programa general de protección ambiental y un programa calendarizado que ilustra el periodo de tiempo y las etapas del proyecto en las cuales se aplicarán las diferentes medidas de mitigación.

Las medidas se integraron temáticamente y están dirigidas a mitigar los impactos ambientales significativos.

Clasificación de las medidas de mitigación.

Para identificar los sitios donde deban ser aplicadas, la clasificación inicial de las medidas propuestas se hará en función de las zonas de impacto identificadas en el capítulo anterior:

- a) A.A.- Impactos en área de afectación directa del proyecto (área de sitio de derivación, tuberías de presión, casas de máquinas y subestación y trazos de las líneas de transmisión.
- b) Al.- Impactos en área de influencia aguas debajo de las cortinas y Sistema Ambiental Regional.

Clasificación de las medidas según su carácter

Las medidas de mitigación han sido clasificadas de la siguiente manera:

1. PR.- Medidas de Prevención.- Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
2. MI.- Medidas de Mitigación.- Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
3. RE.- Medidas de Restauración.- 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.
4. 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.
5. CN.- Medidas de Control.- su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

Algunas acciones requerirán una combinación de varias de las anteriormente citadas medidas, por lo que deberá prevalecer el criterio de que es mejor prevenir que mitigar y ésta es mejor que tener que remediar, dejando las acciones de compensación para aquellas situaciones en donde no hay otra opción.

Adicionalmente se contempla un grado de prioridad de la aplicación de la medida propuesta, según los efectos negativos del impacto ambiental y el valor de sinergismo que presenta sobre otros componentes. Esto permite dilucidar qué medidas resultan de urgente aplicación y qué medidas requieren la atención

prolongada durante un proceso de monitoreo frecuente. Todas las medidas de mitigación adquieren carácter de obligatorio según la resolución de impacto ambiental que emita la SEMARNAT, y según lo establecido en la legislación en la materia y las supletorias que correspondan. El valor de la medida de mitigación se utilizará para el cálculo del valor ambiental de las medidas, y el efecto modificadorio en la calidad ambiental neta; así mismo para la calificación del desempeño de la calidad ambiental propuesta en el Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental del proyecto.

Tabla 6.1. Prioridades de ejecución de la medida propuesta para prevenir y controlar los impactos ambientales.

CONDICION	VALOR	ABREVIATURA
Prioritaria	0.15	P
Secundaria	0.18	S
Monitoreo	0.14	M
Emergente	0.18	E

Indicador de desempeño ambiental

Como medida de medición del desempeño ambiental de cada medida propuesta, se realizará el cálculo inicial del nivel de cumplimiento mediante el cociente de los días en que se ha implementado la medida de mitigación requerida, y los días en que ésta debió implementarse. Por ejemplo, la instalación de contenedores de residuos se realizó a los 5 días en que debió realizarse la actividad después de transcurrir 12 días de trabajos; el nivel de cumplimiento sería de 0.41 (o 41% de cumplimiento).

Adicionalmente se considerará el esfuerzo de mitigación como cociente del parámetro de medición para cada medida de mitigación, entre el valor medio del mismo indicador en el período calificado. Esto es por ejemplo que al mes 2 se han generado 23 kg de basura, y en el transcurso de 4 meses se han producido en promedio 16 kg; el indicador de desempeño resulta en 1.43. Debido a que lo que se mide es el efecto de un impacto sobre el ambiente, los números de valor absoluto mayor representan efectos negativos mayores.

El indicador del desempeño ambiental se calcula con la siguiente expresión:

$$DA = \text{Cumplimiento} * \text{Esfuerzo de mitigación} * \text{Prioridad}$$

Aún cuando el desempeño ambiental es adimensional, el esfuerzo de mitigación se expresará en unidades de medición según la actividad de que se trate.

Caracterización de las medidas de prevención y control de los impactos ambientales.

 Etapa de construcción.

La etapa de construcción es el tiempo más dañino para el ecosistema, especialmente por la remoción de la cobertura vegetal de 4.08 Has de superficie forestal. Además el riesgo de contaminación y accidentes es alto

debido al uso de materiales peligrosos como: combustibles, carburantes, solventes, explosivos y sus residuos.

Tabla 6.2. Caracterización de las medidas de prevención y control de los impactos ambientales durante la etapa de construcción del Proyecto

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES IMPACTADOS	ÁMBITO	TIPO	PRIORIDAD
OBRA DE TOMA					
Medio Físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	AA	CO	0.5
		Línea de paisaje	AI	MI	0.18
	Suelos	Calidad	AA	RE	0.5
		Erosión	AA	PR	0.5
	Atmósfera	Emisiones	AI	PR	0.14
		Ruido	AI	PR	0.14
	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	MI	0.18
		Calidad de agua superficial	AA	PR	0.14
		Uso del recurso	AA	CN	0.14
		Cambio en trayectorias superficiales	AA	CN	
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	CO	0.5
	Fauna	Biodiversidad	AA	MI	0.5
	Paisaje	Calidad escénica	AI	MI	0.14
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	AA	CO	0.18
		Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CN	0.14
		Cobertura de servicios sanitarios	AA	PR	0.14
	Economía	Economía individual	AI	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14
		Economía regional	AI	CO	0.14
TUBERIA DE PRESION					

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Medio Físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	AA	CO	0.5
		Línea de paisaje	AI	MI	0.18
	Suelo	Calidad	AA	RE	0.5
		Compactación	AA	RE	0.5
		Fertilidad	AI	RE	0.5
		Erosión	AI	PR	0.14
	Atmósfera	Emisiones	AA	PR	0.14
		Polvo y partículas sólidas	AA	PR	0.14
		Ruido	AI	PR	0.14
	Hidrología	Uso del recurso	AA	CN	0.14
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	CO	0.5
	Fauna	Biodiversidad	AA	MI	0.5
	Paisaje	Calidad escénica	AI	MI	0.18
Medio Físico	Población	Área de uso	AI	CO	0.18
		Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CN	0.14
		Cobertura de servicios sanitarios	AA	PR	0.14
	Economía	Economía individual	AI	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14
	Economía regional	AI	CO	0.14	
TANQUE DE CARGA, CASA DE MÁQUINAS, CANAL DE DESFOGUE Y OBRAS ASOCIADAS					
Medio Físico	Suelos	Compactación	AA	CO	0.5
		Fertilidad	AA	RE	0.18
	Atmósfera	Emisiones	AA	PR	0.14
		Polvo y partículas sólidas	AA	PR	0.14
		Ruido	AI	PR	0.14
Hidrología	Uso del recurso	AA	CN	0.14	
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	CO	0.5
	Fauna	Biodiversidad	AA	MI	0.5
	Paisaje	Calidad escénica	AI	MI	0.18
Medio Socioeconómico	Población	Área de uso	AA	CO	0.18
		Seguridad e integridad	AA	PR	0.14

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		personal			
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CN	0.14
	Economía	Economía individual	AI	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14
		Economía regional	AI	CO	0.14
LINEA DE TRANSMISIÓN					
Medio Físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	AA	CO	0.5
		Línea de paisaje	AI	MI	0.14
	Suelo	Calidad	AA	RE	0.18
		Erosión	AI	PR	0.5
	Atmósfera	Emisiones	AA	PR	0.14
		Polvo y partículas sólidas	AA	PR	0.14
		Ruido	AI	PR	0.14
Hidrología	Uso del recurso	AA	CN	0.14	
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	CO	0.18
	Fauna	Biodiversidad	AI	MI	0.5
	Paisaje	Calidad escénica	AI	MI	0.14
Medio Socioeconómico	Población	Área de uso	AI	CO	0.14
		Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CN	0.14
	Economía	Economía individual	AI	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14
	Economía regional	AI	CO	0.14	
CANAL Y/O TUNEL DE CONDUCCIÓN					
Medio Físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	AA	CO	0.5
		Línea de paisaje	AI	MI	0.18
	Suelo	Calidad	AA	RE	0.5
		Compactación	AA	RE	0.5
		Fertilidad	AI	RE	0.5
		Erosión	AI	PR	0.14
	Atmósfera	Emisiones	AA	PR	0.14
		Polvo y partículas sólidas	AA	PR	0.14
	Ruido	AI	PR	0.14	

	Hidrología	Uso del recurso	AA	CN	0.14
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	CO	0.5
	Fauna	Biodiversidad	AA	MI	0.5
	Paisaje	Calidad escénica	AI	MI	0.18
Medio Físico	Población	Área de uso	AI	CO	0.18
		Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CN	0.14
		Cobertura de servicios sanitarios	AA	PR	0.14
	Economía	Economía individual	AI	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14
Economía regional		AI	CO	0.14	

✚ Etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 6.3. Caracterización de las medidas de prevención y control de los impactos ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES IMPACTADOS	ÁMBITO	TIPO	PRIORIDAD
LLENADO DE LA OBRA DE TOMA					
Medio Físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	CO	0.14
		Calidad de agua superficial	AA	CN	0.5
		Cambio en trayectorias superficiales	AI	MI	0.5
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	CO	0.5
	Fauna	Biodiversidad	AA	MI	0.5
	Paisaje	Calidad escénica	AA	MI	0.18

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Medio socioeconómico	Población	Área de uso	AI	CO	0.18
		Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
CANALIZACION DE CAUDAL					
Medio Físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	CO	0.14
		Calidad de agua superficial	AA	CN	0.5
Medio biótico	Fauna	Biodiversidad	AA	MI	0.5
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
PRUEBAS HIDRODINÁMICAS					
Medio Físico	Atmosfera	Ruido	AA	PR	0.14
	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	CN	0.14
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Economía	Economía individual	AA	CO	0.14
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS					
Medio Físico	Atmosfera	Ruido	AI	PR	0.14
	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	CN	0.14
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Economía	Economía individual	AA	CO	0.14
PRUEBAS DE DESFOGUE					
Medio Físico	Atmosfera	Ruido	AI	PR	0.14
	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	CN	0.14
		Cambio en trayectorias superficiales	AA	MI	0.14
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
PRUEBAS DE GENERACIÓN					
Medio Físico	Atmosfera	Ruido	AI	PR	0.14
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad	AA	PR	0.14

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		personal			
PUESTA EN MARCHA					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	AA	CN	0.14
	Hidrología	Volumen de agua superficial	AI	CN	0.5
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CO	0.14
		Cobertura de servicios sanitarios	AI	CN	0.14
	Economía	Economía individual	AA	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14
		Economía regional	AI	CO	0.14
TOMA DEL CAUDAL					
Medio físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	AA	CN	0.14
		Calidad de agua superficial	AA	CN	0.14
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
DESFOGUE DEL CAUDAL					
Medio físico	Hidrología	Calidad de agua superficial	AA	CN	0.14
MANTENIMIENTO					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	AA	CN	0.14
	Hidrología	Uso del recurso	AA	CN	0.14
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	AI	MI	0.5
	Fauna	Biodiversidad	AI	RE	0.5
Medio Socioeconómico	Población	Salud de la población	AI	CO	0.14
		Seguridad e integridad personal	AA	PR	0.14
	Infraestructura	Condiciones de los caminos	AI	CO	0.14
		Cobertura de servicios sanitarios	AI	CN	0.14
	Economía	Economía individual	AA	CO	0.14
		Economía local	AI	CO	0.14

Descripción de las medidas de prevención y control de los impactos ambientales.

Las medidas de prevención y control de los impactos ambientales se diseñaron para cada impacto ambiental causado, y posteriormente agrupadas por afinidad de cada una de ellas según el factor ambiental impactado. La finalidad de agrupar las medidas de mitigación por factor ambiental es obtener la suma de la calificación de prioridad, lo que permitirá evaluar el nivel de cumplimiento durante la aplicación del programa de seguimiento de calidad ambiental del proyecto.

✚ Etapa de construcción.

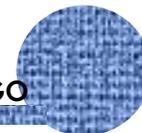
Tabla 6.4. Medidas de prevención y control para los impactos ambientales negativos generados durante la etapa de construcción del Proyecto Hidroeléctrico DIEGO

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES ANALIZADOS	DESCRIPCION DEL IMPACTO	MEDIDA	AMBITO	TIPO	PRIORIDAD	INDICADOR DE DESEMPEÑO	FRECUENCIA DE MEDICION
OBRA DE TOMA									
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se realizaran cortes al talud natural y se estabilizará el	En general suavizar con bermas las pendientes de los cortes y terraplenes, y cubrir posteriormente con suelo fértil	AA	CO	0.5	M ³ de corte	MENSUAL



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			terraplén con barreras vivas	<p>En cortes con problemas de estabilidad, donde no haya suelo capaz de sostener vegetación, proteger con malla y concreto lanzado para contener el material fragmentado</p> <p>En cortes con alturas superiores a los 10 metros utilizar bermas para aumentar la estabilidad del talud</p> <p>Para taludes rocosos inestables se podrá colocar malla metálica galvanizada, anclada y colocar hidrosiembra u otra técnica similar, aumentar el ancho de los acotamientos para recepción de los desprendimientos o bien colocar muros de contención.</p>				M ² de estabilización	
				<p>Colocar redes metálicas, drenes y cunetas en la cabeza del talud</p> <p>En la base del talud usar filtros (agregados porosos o geotextil) para controlar los deslizamientos.</p>					
		Línea de paisaje	Será evidente la construcción	Realizar la repastización de los taludes, y si no se afecta su estabilidad, restaurar el talud de acuerdo a la diversidad florística del entorno, siendo hasta donde sea posible, la instalación de especies arbóreas.	AI	MI	0.18	M ² de superficie tratada	MENSUAL



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Suelo	Calidad	La calidad del suelo se reducirá significativamente, especialmente en donde sea removida la vegetación.	Mejorar la riqueza de nutrientes del suelo adyacente al corte, a fin de mejorar su composición y promover el crecimiento de herbáceas en el borde del corte. La calidad del suelo se mejorará colocando, a ambos lados de las cunetas de la corona del talud, barreras vivas que propicien la retención de nutrientes.	AA	RE	0.5	M ³ de material enriquecido o colocado en el sitio	MENSUAL
		Erosión	El riesgo de erosión del suelo estará latente en los sitios adyacentes a los cortes.	Suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes, y cubrir posteriormente con suelo fértil. Cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo, se deberán construir terrazas o bermas.	AA	PR	0.5	M ² de superficie tratada	MENSUAL
	Atmosfera	Emisiones	Maquinaria producirán emisiones contaminantes	Los vehículos y equipos utilizados deberán Cantidad de cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-042-SEMARNAT-2006, Los camiones materialistas deberán transportar el material cubierto con lonas.	AI	PR	0.14		SEMESTRAL
		Ruido	Existirá ruido producido por los motores de la maquinaria durante las horas laborales	Los vehículos deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 Y NOM-081-SEMARNAT-1994 en caso de cruzar poblaciones, evitar el trabajo de maquinaria nocturno.	AI	PR	0.14	Cantidad de decibeles medidos	DIARIO

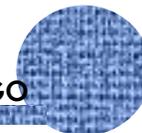
MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Hidrología	Volumen de agua superficial	Habrá cambio en el volumen de agua superficial que escorra de manera natural debido a los cortes	Colocar las obras complementarias de drenaje (cunetas, lavaderos, bordillos, etc) en algunos lugares adecuados Reforestar las zonas donde se haya modificado el drenaje superficial a fin de mejorar la captación de agua.	AA	MI	0.18	M ² de superficie tratada	MENSUAL
		Calidad de agua superficial	Existe el riesgo de azolve del cauce debido a los cortes y el movimiento de material	Colocar barreras vegetales a lo largo del borde del corte de los taludes, y en el perímetro de trabajo, para propiciar la retención de sólidos y evitar la remoción en masa. Establecer un programa de limpieza y desazolve de cunetas.	AA	PR	0.14	M ² de superficie tratada	MENSUAL
		Uso del recurso	Se utilizará agua del mismo cauce para realizar la mezcla cementante de las estructuras de la obra de toma	Utilizar bombeo sumergible y solo hasta 6,000 litros diarios. La bomba a utilizar deberá ser eléctrica y las mangueras no deberán contener residuos de hidrocarburos.	AA	CN	0.14	M ³ de agua utilizada	DIARIO
		Cambio en trayectorias superficiales	Durante la construcción se modificara la trayectoria	Deberá instalarse un tubo de al menos 50" al centro del cauce durante la construcción de la obra de toma, para evitar la	AA	CN	0.18	Días de ejecución	MENSUAL



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			del arroyo, pero no se redireccionará hacia otro sitio. El efecto será puntual.	obstrucción completa y la formación del cuerpo de agua antes de que el sistema esté concluido.					
Medio biótico	flora	Biodiversidad	Existirá remoción de 909.36 m ² de vegetación natural.	Deberá realizarse la remoción del material vegetal mediante el derribo direccionado del estrato arbóreo.	Al	CO	0.5	M ³ de material forestal	
				No deberá emplearse maquinaria para el derribo de la vegetación.					M ² de superficie tratada
				Se realizara la trituración del material forestal que no alcance las tallas comerciales.					
				El volumen forestal de tallas comerciales podrá donarse al propietario del terreno para su aprovechamiento, y deberá otorgarse la remisión correspondiente, una vez que se haya obtenido la autorización por el cambio de uso del suelo					
			En caso de que el volumen forestal no sea aprovechado por un particular, deberá emplearse para realizar las obras de estabilización de taludes con bermas y la construcción de barreras vivas.					Abundancia de especies indicadoras reubicadas	





MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>El material triturado se utilizará como composta orgánica para mejorar la calidad de los suelos impactados</p> <p>Se realizará la restauración de los sitios de apoyo (almacenes, bancos de material, etc) que no presenten obras permanentes.</p> <p>Por la remoción de la cobertura vegetal, se realizará un procedimiento de restauración sucesional en una superficie de al menos 10 veces la requerida para remoción de vegetación natural.</p>				M ² de superficie compensada	
				<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá ejecutarse un procedimiento de rescate de todas las especies epífitas, y se registrará en una bitácora las características de cada especie rescatada.</p> <p>Se realizara también la colecta de germoplasma y material vegetativo de cada árbol derribado, a fin de garantizar su acervo genético, y con fines de restauración de sitios que requieran su uso.</p>				Kg de material vegetativo colectado para su propagación	
	Fauna	Biodiversidad	Como efecto sinérgico a la remocion	Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de	AA	MI	0.5	Abundancia de especies	DIARIO





MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			vegetal, la fauna del sitio se dispersará hacia lugares más adecuados, y se incrementará el riesgo por atropellamiento	fauna presente en el sitio de las obras.				indicador as detectadas	
				Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladará a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.					
				Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberá realizarse de manera permanente durante al construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio				Abundancia de especies rescatadas	
				Se llevara una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna.					
				Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.					



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Paisaje	Calidad escénica	Se modificará sustancialment e la calidad escénica por el desarrollo de las obras, la presencia del personal, maquinaria y almacenes	<p>Durante la construcción deberá evitarse el apilamiento de material de construcción al aire libre, o en el mejor de los casos, alejado del cauce y escurrimiento de agua.</p> <p>Todo el material de corte, despalme y excavación que no sea utilizado por el proceso constructivo de la obra de toma o sus caminos de acceso, deberá depositarse en un banco de tiro de fuera del sitio de construcción</p> <p>Todos los taludes deberán reparizarse, a menos que estos sean estabilizados con concreto lanzado.</p> <p>Deberán designarse y delimitarse las áreas de trabajo, almacén, taller y maquinaria</p> <p>En el sitio deberá implementarse el programa de orden y limpieza del frente de trabajo.</p>	AI	MI	0.14	indeterminado	
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	Se afectará la propiedad privada, previo consentimiento o del dueño u ocupante del terreno.	Al dueño u ocupante del terreno afectado deberá compensársele de manera económica o en especie	AA	CO	0.18	Monto de la compensación	UNICO

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Seguridad e integridad personal	El riesgo de accidentes laborales se incrementa.	Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores, y realizar simulacros frecuentes	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	MENSUAL
		Condición de los caminos	Se mejorará el camino de terracería que conduce al sitio de la obra, se aplicará una base rocosa y se nivelará						
	Infraestructura	Cobertura de servicios sanitarios	Se instalará servicios sanitarios portátiles	Dentro del programa de orden y limpieza, se instalarán fosas sépticas en el frente de trabajo y se realizará su limpieza de manera frecuente a fin de evitar que se convierta en un foco de infección	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	
	Economía	Economía individual	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio						
		Economía	Se						



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		local	incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearan empleos indirectos						
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la obra de toma tendrá un impacto regional						
TUBERIA DE PRESIÓN									
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se modificaran los taludes naturales del terreno por la excavación puntual de la cimentación de las estructuras para la construcción de la tubería.	La excavación se deberá realizar a mano preferentemente	AA	CO	0.5	M3 de corte	MENSU AL
				El material de excavación será depositado en el sitio y dispersado hacia zonas planas del trazo.					
				A fin de evitar daños del terreno natural, se construirán cunetas en la base de los cortes y a lo largo del mismo en donde exista una altura mayor a 1.5 m y con una longitud superior a los 3 m					M2 de superficie tratada
				En caso de que la excavación					



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				requiera un corte mayor, el producto del corte y excavación deberá retirarse del lugar para ser enriquecido con materia orgánica de composta, y ser utilizado como sustrato para la propagación vegetal o la restauración de sitios.					
		Línea de paisaje	Se modificará el talud en sitios puntuales	Deberá realizarse la estabilización del talud mediante las técnicas descritas para otros impactos ambientales similares.	AI	MI	0.18	M2 de superficie tratada	MENSUAL
		Calidad	La calidad de los suelos se reducirá a lo largo de trazo de las tuberías por la ausencia de cobertura vegetal	El producto de la excavación de los sitios de cimentación deberá mejorarse con materia orgánica y deberá ser esparcido en sitios para la construcción de terrazas a lo largo del trazo de las tuberías, calculando la pendiente suficiente para no promover la erosión.	AA	RE	0.5	M ³ de material enriquecido	MENSUAL
		Compactación	Se compactarán los sitios de cimentación	Se deberán mejorar las condiciones de textura en sitios adyacentes al punto de cimentación.	AA	RE	0.5	M ³ de material enriquecido	MENSUAL
		Fertilidad	Se reducirá la fertilidad de los sitios de cimentación	Se mejoraran las condiciones de fertilidad del suelo a lo largo del suelo durante la construcción de terrazas, al final del trazo de las tuberías	AI			enriquecido	MENSUAL
		Erosión	Se	Deberá realizarse la restauración	AI	PR	0.5	M ² de	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			incrementará el riesgo de erosión pluvial a lo largo del trazo de las tuberías, principalmente en la superficie bajo los tubos	del sitio con herbáceas y elementos arbustivos, promoviendo el crecimiento en barreras vivas a lo largo de las tuberías y del lado con mayor pendiente				superficie tratada	AL
				Sobre la longitud de la pendiente se construirán terrazas hasta un 2% de pendiente, y en el borde se construirá una barrera viva, para que se elimine el riesgo de erosión del suelo					
	Atmósfera	Emisiones	Existirán emisiones contaminantes por el uso de revolvedoras móviles para la mezcla del material cementante de las estructuras de soporte de los tubos	El equipo de mezclado deberá cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y en su caso con la NOM-042-SEMARNAT-2006	AA	PR	0.14	Cantidad de equipos verificados	SEMESTRAL
		Polvo y partículas sólidas	Se producirán polvos durante el mezclado	Se deberán tomar provisiones en caso de que durante la excavación el material no esté	AA	PR	0.14	Cantidad de litros de agua	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			del cemento y arena por el proceso anterior.	suficientemente húmedo. En caso de que esto suceda, el material deberá regarse con agua tratada para prevenir la dispersión de partículas durante la excavación, y carga				utilizados	
		Ruido	Se producirá ruido moderado por la presencia de personal durante la construcción de las tuberías y las maniobras de suministro de los tubos	Los ruidos generados no deberán exceder los 68 dB y serán medidos con un aparato para tal fin de manera frecuente y constante, según el programa de seguridad.	AI	PR	0.14	Cantidad de decibeles producidos	DIARIO
	Hidrología	Uso del recurso	Se utilizará agua para la mezcla del material cementante de las estructuras que soportan las tuberías	Se utilizará agua tratada y se canalizará por tubería de polietileno	AA	CN	0.14	Cantidad de litros utilizados	DIARIO
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Se respetaran las comunidades vegetales por						

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			la NO remoción de la vegetación.					
Fauna	Biodiversidad	La fauna se ahuyentará	Durante la ejecución del cambio de uso del suelo	AA	MI	0.5	abundancia	DIARIO
			Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladarán a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.					
			Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberán realizarse de manera permanente durante la construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio.					
			Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna					
			Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.					
Paisaje	Calidad escénica	Se alterará la calidad escénica del sitio por la presencia de la estructura	Se realizará un proceso de restauración a lo largo del margen paralelo a las tuberías, empleándose para ello especies arbóreas de rápido crecimiento, de tal manera que permita	AA	MI	0.18	indeterminado	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			lineal de las tuberías	ocultar la estructura, mejorando la calidad escénica del sitio.					
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	No se realizara el cambio de uso de suelo en las áreas destinadas para la construcción de las tuberías de presión	No se requerirá del cambio de uso de suelo para las superficies que ocuparán las tuberías de presión, ya que las líneas de trazo de éstas estarán sobre los caminos de acceso.					
		Seguridad e integridad personal	Se incrementará el riesgo de accidentes laborales debido a las condiciones del terreno	Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios en función de los riesgos.	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	MENSUAL
			El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores, y realizar simulacros frecuentes.						
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad						

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			al sitio.						
		Cobertura de servicios sanitarios	No existen servicios sanitarios en el sitio, por lo que se crearán los sitios adecuados para ello.	Dentro del programa de orden y limpieza, se instalarán fosas sépticas en el frente de trabajo y se realizará su limpieza de manera frecuente a fin de evitar que se convierta en un foco de infección.	AA	PR	0.14	Cantidad de días de cumplimiento	MENSUAL
		Economía individual	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio						
		Economía local	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos.						
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un						

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

TANQUE DE CARGA, CASAS DE MAQUINAS, CANAL DE DESFOGUE Y OBRAS ASOCIADAS.									
Medio físico	Suelos	Compactación	Se realizará la compactación del suelo en el sitio donde se construirán las estructuras y planchas de concreto para las turbinas y los transformadores	Debido a que no existe una medida de mitigación, deberá reponerse la superficie afectada con una superficie al menos 2 veces mayor, independiente de la superficie por remoción de vegetación, en la que deberá ejecutarse un procedimiento de conservación de suelos.	AA	CO	0.5	M ² de superficie tratada	MENSUAL
		Fertilidad	Se perderá la fertilidad del suelo por la presencia de obras permanentes	La capa edáfica se removerá después del derribo direccionado de los árboles, y se almacenará para su posterior reincorporación.	AA	RE	0.18	Kg de material enriquecido	MENSUAL
				Deberá reincorporarse la capa edáfica, o en su caso el material de composta producido, para mejorar las condiciones de las superficies adyacentes y permitir la regeneración de la vegetación natural.					
	Atmósfera	Emisiones	Se producirán emisiones contaminantes	Los vehículos y equipos utilizados deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-042-	AA	PR	0.14	Cantidad de vehículos	MENSUAL

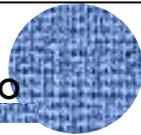
MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			por el uso de maquinaria y vehículos	SEMARNAT-2006.				verificados	
		Polvos y partículas sólidas	Se producirán partículas durante el proceso constructivo de las estructuras y durante el traslado de los materiales	Los camiones materialistas deberán transportar				Eventos cumplidos	DIARIO, ALEATORIO
		Ruido	Se producirá ruido por el uso de maquinaria	Los equipos deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.	AI	PR	0.14	Cantidad de decibeles	DIARIO ALEATORIO
	Hidrología	Uso del recurso	Se requerirá el uso de agua para la preparación de las mezclas de morteros para las superficies niveladas y el revestimiento del canal de desfogue	Se hará uso de hasta 7,500 litros de agua al día y solamente podrá ser agua tratada o tomada por bombeo sumergible de los escurrimientos cercanos, siempre y cuando las mangueras no estén impregnadas de hidrocarburos y el agua se almacene en un tanque plástico de 20,000 litros	AA	CN	0.14	Cantidad de litros de agua utilizados	DIARIO
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Se eliminará cobertura vegetal del	La remoción de la cobertura vegetal incluye también elementos arbóreos, por lo que la	AI	CO	0.5	M3 de materia forestal	DIARIO



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			terreno con cultivo de café y a lo largo de la superficie del canal de desfogue.	superficie ocupada deberá restitirse en un equivalente a 10 veces la afectación, principalmente en zonas que requieran trabajo de restauración ecológica.					
				En caso de que existan especies epifitas que no se hayan contabilizado, estas deberán ser removidas y rescatadas para su reubicación en zonas adyacentes al predio.				M ² de superficie desmontada	
								M ² de superficie tratada	
								Abundancia de especies indicadoras trasplantadas	
								M ² de superficie compensada	
								Kg de material	



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

								vegetativo para propagación	
	Fauna	Biodiversidad	Dejará de contar con sitios de alimentación y refugio	<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras</p> <p>Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladarán a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.</p> <p>Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberán realizarse de manera permanente durante la construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio.</p> <p>Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna</p> <p>Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.</p>	AA	MI	0.5	Abundancia de especies rescatadas	DIARIO
	Paisaje	Calidad escénica	Se alterará la calidad	<p>Durante la construcción deberá evitarse el apilamiento de</p>	AI	MI	0.18	indeterminado	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			escénica por la presencia de los equipos y maquinaria	material de construcción al aire libre, o en el mejor de los casos, alejado del cauce y escurrimiento de agua					
				Todo el material de corte, despalme y excavación que no sea utilizado por el proceso constructivo de las obras superficiales p de su camino de acceso, deberá depositarse en un banco de tiro fuera del sitio de construcción					
				Deberán designarse y delimitarse las áreas de trabajo, almacén, taller y maquinaria.					
				En el sitio deberá implementarse el programa de orden y limpieza del frente de trabajo propietario del terreno.					
				Se realizara la compensación económica al terreno con fines agrícolas.	AA	CO	0.18	Monto pagado	UNICO
Medio socioeconómico	Infraestructura	Condición de los caminos	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad al sitio.		AA	PR	0.14	Cantidad de días cumplidos	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Economía	Economía individual	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio						
		Economía local	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos						
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.						
LINEA DE TRANSMISIÓN									
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se modificarán los taludes naturales	La excavación se deberá realizar a mano preferentemente.	AA	CO	0.5	M ³ de materia de corte	MENSU AL
				El material de excavación será depositado en el sitio y dispersado hacia zonas planas					

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				del trazo de la tubería A fin de evitar daños del terreno natural, se construirán cunetas en la base de los cortes y a lo largo del mismo en donde exista una altura mayor a 1.5 m y con una longitud superior a los 3m				M ² de superficie tratada	
				En caso de que la excavación requiera un corte mayor, el producto del corte y excavación deberá retirarse del lugar para ser enriquecido con materia orgánica de composta, y ser utilizado como sustrato para la propagación vegetal o la restauración de sitios.					
		Línea de paisaje	Se alterará la línea del paisaje por la presencia del cableado	Visualmente se promoverá la reforestación con especies de tallas menores alrededor de los sitios de las estructuras.	AI	MI	0.14	M ² de superficie tratada	MENSUAL
	Suelos	Calidad	La calidad de suelo se reducirá por la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios de cimentación	El producto de la excavación de los sitios de cimentación deberá mejorarse con materia orgánica y deberá ser esparcido en sitios para la construcción de terrazas a lo largo del trazo de las tuberías, calculando la pendiente suficiente para no promover la erosión	AA	RE	0.18	M ² de superficie tratada	MENSUAL
		Erosión	Se	Deberá tomarse las previsiones	AI	PR	0.5	M ² de	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			incrementará el riesgo de erosión del suelo por la remoción de la capa vegetal	de excavación, colocando bordes de yute alrededor del sitio de excavación, promoviendo el crecimiento de especies herbáceas y arbustivas.				superficie tratada	AL
	Atmosfera	Emisiones	El uso de vehículos y maquinaria producirá emisiones contaminantes	Los vehículos y equipos utilizados deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-042-SEMARNAT-2006.	AA	PR	0.14	Cantidad de vehículos verificados	SEMESTRAL
		Polvo y partículas sólidas	Se producirá material particulado por el tránsito vehicular durante la construcción de la línea de transmisión	De acuerdo a las condiciones atmosféricas evaluadas cada semana, se decidirá el uso de riesgo sobre los caminos para evitar la dispersión de polvos El agua a utilizar deberá ser agua proveniente de un tratamiento y no podrá utilizarse agua potable para tal fin Los camiones materialistas deberán transportar el material cubierto con lonas.	AA	PR	0.14	Cantidad de litros de agua utilizados Cantidad de eventos en cumplimiento	SEMANTAL
		Ruido	Se producirá ruido moderado por	Los vehículos deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAR-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 en					

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			el funcionamiento de los motores de los vehículos	caso de encontrarse con menos de 200 m de poblaciones, evitar el trabajo de maquinaria nocturno.					
	Hidrología	Uso del recurso	Se empleará agua	Transportada por camiones cisterna hasta el lugar de las obras.					
				El agua se almacenará en tanques plásticos de no más de 5,000 litros.	AA	CN	0.14	Cantidad de litros empleados	DIARIO
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Se reducirá la abundancia de las especies arbóreas dentro del derecho de vía	Deberá realizarse la remoción del material vegetal mediante el derribo direccionado del estrato arbóreo.	AI	CO	0.18	M ³ de materia forestal	DIARIO
				No deberá emplearse maquinaria para el derribo de la vegetación					
				Se realizará la trituración de material forestal que no alcance las tallas comerciales.					
				El volumen forestal de tallas comerciales podrá donarse al propietario del terreno para su aprovechamiento, y deberá otorgarse la remisión correspondiente, una vez que se haya obtenido la autorización por el cambio de uso del suelo					
				En caso de que el volumen forestal no sea aprovechado por					



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>un particular, deberá emplearse para realizar las obras de estabilización de taludes con bermas y la construcción de barreras vivas.</p>					
				<p>El material triturado se utilizará como composta orgánica para mejorar la calidad de los suelos impactados</p>					
				<p>Se realizará la restauración de los sitios de apoyo (almacenes, bancos de material, etc) que no presenten obras permanentes.</p>					
				<p>Por la remoción de la cobertura vegetal, se realizará un procedimiento de restauración sucesional en una superficie de al menos 10 veces la requerida para remoción de vegetación natural.</p>					
				<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá ejecutarse un procedimiento de rescate de todas las especies epífitas, y se registrará en una bitácora las características de cada especie rescatada.</p>					
				<p>Se realizara también la colecta de germoplasma y material vegetativo de cada árbol derribado, a fin de garantizar su acervo genético, y con fines de</p>					





MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			restauración de sitios que requieran su uso.					
			Se mejorarán las condiciones de composición de flora del lugar, permitiendo que la vegetación ofrezca refugio y alimento suficiente a la fauna del sitio.					
Fauna	Biodiversidad	Se eliminarán sitios de refugio o alimentación de fauna, especialmente de aves.	<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras</p> <p>Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladarán a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.</p> <p>Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberán realizarse de manera permanente durante la construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio.</p> <p>Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna</p> <p>Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna</p>	Al	MI	0.5	Abundancia de especies rescatadas	DIARIO



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Calidad escénica	Se alterará la calidad escénica del sitio por la discontinua del estrato arbóreo	del lugar. No existe una medida asociada a este impacto ya que el elemento impactante requiere técnicamente la poda de la vegetación a lo largo del trazo Se compensará con la reforestación de sitios que requieran un manejo estético, especialmente paralelos a la línea de transmisión y estos serán distintos a la superficie requerida como compensación del daño por la remoción de la vegetación	AI	CO	0.14	Indeterminado	MENSUAL
		Área de uso	Se reducirá la superficie de terrenos agrícolas por la presencia del cableado	Se realizara la compensación económica a los propietarios de los predios afectados.	AI	CO	0.14	Monto pagado	UNICO
		Seguridad e integridad personal	Se incrementará el riesgo de accidentes laborales	Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios en función de los riesgos. El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores y realizar simulacros frecuentes	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	MENSUAL
	infraestructura	Condición de los caminos	Se mejorará el camino de						



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			terracería que conduce al sitio de la obra, se aplicará una base rocosa y se nivelará						
	Economía	Economía individual	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio						
		Economía local	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos						
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.						



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

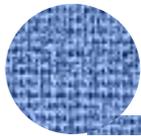
TRAZO DEL CANAL Y/O TUNEL									
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se modificarán los taludes naturales	La excavación se deberá realizar a mano preferentemente.	AA	CO	0.5	M ³ de materia de corte	MENSUAL
				El material de excavación será depositado en el sitio y dispersado hacia zonas planas del trazo de la tubería					
				A fin de evitar daños del terreno natural, se construirán cunetas en la base de los cortes y a lo largo del mismo en donde exista una altura mayor a 1.5 m y con una longitud superior a los 3m				M ² de superficie tratada	
				En caso de que la excavación requiera un corte mayor, el producto del corte y excavación deberá retirarse del lugar para ser enriquecido con materia orgánica de composta, y ser utilizado como sustrato para la propagación vegetal o la restauración de sitios.					
		Línea de paisaje	Se alterará la línea del paisaje por la presencia del cableado	Visualmente se promoverá la reforestación con especies de tallas menores alrededor de los sitios de las estructuras.	AI	MI	0.14	M ² de superficie tratada	
	Suelos	Calidad	La calidad de suelo se reducirá por la	El producto de la excavación de los sitios de cimentación deberá mejorarse con materia orgánica y	AA	RE	0.18	M ² de superficie tratada	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			eliminación de la cobertura vegetal en los sitios de cimentación	deberá ser esparcido en sitios para la construcción de terrazas a lo largo del trazo de las tuberías, calculando la pendiente suficiente para no promover la erosión					
		Erosión	Se incrementará el riesgo de erosión del suelo por la remoción de la capa vegetal	Deberá tomarse las previsiones de excavación, colocando bordes de yute alrededor del sitio de excavación, promoviendo el crecimiento de especies herbáceas y arbustivas.	AI	PR	0.5	M ² de superficie tratada	
	Atmosfera	Emisiones	El uso de vehículos y maquinaria producirá emisiones contaminantes	Los vehículos y equipos utilizados deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-042-SEMARNAT-2006.	AA	PR	0.14	Cantidad de vehículos verificados	
		Polvo y partículas sólidas	Se producirá material particulado por el tránsito vehicular durante la construcción de la línea de transmisión	De acuerdo a las condiciones atmosféricas evaluadas cada semana, se decidirá el uso de riesgo sobre los caminos para evitar la dispersión de polvos	AA	PR	0.14	Cantidad de litros de agua utilizados	
				El agua a utilizar deberá ser agua proveniente de un tratamiento y					

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				no podrá utilizarse agua potable para tal fin					
				Los camiones materialistas deberán transportar el material cubierto con lonas.				Cantidad de eventos en cumplimiento	
		Ruido	Se producirá ruido moderado por el funcionamiento de los motores de los vehículos	Los vehículos deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAR-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 en caso de encontrarse con menos de 200 m de poblaciones, evitar el trabajo de maquinaria nocturno.					
	Hidrología	Uso del recurso	Se empleará agua	Transportada por camiones cisterna hasta el lugar de las obras.					
				El agua se almacenará en tanques plásticos de no más de 5,000 litros.	AA	CN	0.14	Cantidad de litros empleados	
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Se reducirá la abundancia de las especies arbóreas dentro del derecho de vía	Deberá realizarse la remoción del material vegetal mediante el derribo direccionado del estrato arbóreo.	AI	CO	0.18	M ³ de materia forestal	
				No deberá emplearse maquinaria para el derribo de la vegetación					
				Se realizará la trituración de material forestal que no alcance					



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>las tallas comerciales.</p> <p>El volumen forestal de tallas comerciales podrá donarse al propietario del terreno para su aprovechamiento, y deberá otorgarse la remisión correspondiente, una vez que se haya obtenido la autorización por el cambio de uso del suelo</p> <p>En caso de que el volumen forestal no sea aprovechado por un particular, deberá emplearse para realizar las obras de estabilización de taludes con bermas y la construcción de barreras vivas.</p> <p>El material triturado se utilizará como composta orgánica para mejorar la calidad de los suelos impactados</p> <p>Se realizará la restauración de los sitios de apoyo (almacenes, bancos de material, etc) que no presenten obras permanentes.</p> <p>Por la remoción de la cobertura vegetal, se realizará un procedimiento de restauración sucesional en una superficie de al menos 10 veces la requerida para remoción de vegetación natural.</p>					
				Durante la ejecución del cambio					



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>de uso del suelo deberá ejecutarse un procedimiento de rescate de todas las especies epífitas, y se registrará en una bitácora las características de cada especie rescatada.</p> <p>Se realizara también la colecta de germoplasma y material vegetativo de cada árbol derribado, a fin de garantizar su acervo genético, y con fines de restauración de sitios que requieran su uso.</p> <p>Se mejorarán las condiciones de composición de flora del lugar, permitiendo que la vegetación ofrezca refugio y alimento suficiente a la fauna del sitio.</p>					
Fauna	Biodiversidad	Se eliminarán sitios de refugio o alimentación de fauna, especialmente de aves.	<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras</p> <p>Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladarán a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.</p>	Al	MI	0.5	Abundancia de especies rescatadas		
			Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberán						



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				realizarse de manera permanente durante la construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio.					
				Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna					
				Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.					
		Calidad escénica	Se alterará la calidad escénica del sitio por la discontinua del estrato arbóreo	No existe una medida asociada a este impacto ya que el elemento impactante requiere técnicamente la poda de la vegetación a lo largo del trazo	Al	CO	0.14	Indeterminado	
				Se compensará con la reforestación de sitios que requieran un manejo estético, especialmente paralelos a la línea de transmisión y estos serán distintos a la superficie requerida como compensación del daño por la remoción de la vegetación					
		Área de uso	Se reducirá la superficie de terrenos agrícolas por	Se realizara la compensación económica a los propietarios de los predios afectados.	Al	CO	0.14	Monto pagado	





MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			la presencia del cableado						
		Seguridad e integridad personal	Se incrementará el riesgo de accidentes laborales	Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios en función de los riesgos.	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	
				El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores y realizar simulacros frecuentes					
	infraestructura	Condición de los caminos	Se mejorará el camino de terracería que conduce al sitio de la obra, se aplicará una base rocosa y se nivelará						
	Economía	Economía individual	Se mejorará el ingreso económico de los individuos contratados en el sitio						
		Economía local	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades						



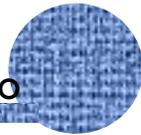
MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			cercanas, y se crearán empleos indirectos						
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.						
LLENADO DE LA OBRA DE TOMA									
Medio físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	Incremento del volumen del caudal en el sitio de contención.	<p>No existe una medida que repare el daño causado por el incremento en el nivel del agua, por lo que la compensación deberá estar orientada a la restauración forestal de las zonas inundadas.</p> <p>Se realizará el monitoreo de los volúmenes mediante la instalación de una estación hidrométrica.</p>	AA	CO	0.14	M ³ de agua contenida	MENSUAL
		Calidad de agua superficial	Incremento en el sedimento y la DBO por el azolve en el sitio de derivación.	Se implementará un monitoreo de control de azolves y de DBO principalmente, mediante el análisis frecuente de las aguas acumuladas, permitiendo determinar la cantidad de	AA	CN	0.5	Parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996	TRIMESTRAL



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				materia orgánica en descomposición					
				Se realizara el desazolve del sedimento acumulado cuando la DBO sea superior a lo establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996.					
		Cambio en trayectorias superficiales	Modificación del cauce al incrementar su área hidráulica en las riberas del río.	El cambio de trayectoria más evidente es la creación del embalse, sin embargo el cauce del río se modificará aguas abajo por una disminución del volumen, por lo que para mantener el perfil del área hidráulica del río, deberá garantizarse un gasto ecológico de 30 lps.	AI	MI	0.5	Superficie riparia creada	MENSUAL
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Remoción	El incremento del caudal en los puntos con cobertura vegetal, la que será compensada con la restauración de terrenos degradados.					DIARIO
				Así mismo se realizará un proceso de restauración de vegetación riparia a lo largo de una franja de 10 m de ancho a partir del nuevo NAME calculado para el embalse					AUTOMATICO
	Fauna	Biodiversidad	Eliminación de refugio y sitio de alimentación	Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladaran a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.	AA	MI	0.5	Abundancia de especies rescatadas	DIARIO



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberán realizarse de manera permanente durante la construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio.</p> <p>Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna</p> <p>Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.</p>					
	Paisaje	Calidad escénica	Modificación del valor estético del sitio en el punto de derivación y embalse, se rompe la continuidad visual del cauce	El proceso de restauración y la creación de vegetación riparia deberán realizarse para cubrir visualmente la estructura desde cualquiera de los puntos de acceso.	AA	MI	0.18	Indeterminado	MENSUAL
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	Reducción del área de uso agrícola al ampliarse los marges de seguridad y	Se delimitará el nuevo margen de uso federal, se compensará al propietario del terreno de manera económica para la adquisición de una superficie de 10 m de ancho a lo largo de	AI	CO	0.18	M ² de superficie tratada	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			zona federal del río a 10 m de cada lado del embalse considerando el nuevo nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME)	ambos límites del NAME calculado para el embalse.					
		Seguridad e integridad personal	Riesgo de accidentes por ahogamiento o caída al embalse o la cortina de la obra de toma.	Se realizará el cercado del sitio de acceso y de la superficie delimitada dentro de la nueva zona federal alrededor del embalse.	AA	PR	0.14	M de cerca instalada	MENSUAL
CANALIZACIÓN DEI CAUDAL									
Medio físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	El volumen de agua	No existe una medida que compense o corrija	AA	CN	0.14	Gasto	DIARIO AUTOMÁTICO
		Calidad de agua superficial 0.18	Se crearán condiciones de anoxia en la parte más profunda del embalse, y se tomará en mayor proporción el agua con	Se realizarán las actividades necesarias para reducir la cantidad de materia orgánica presente en el embalse, permitiendo que la toma de caudal adquiera por disolución oxígeno suficiente para la concentración hasta su desfogue.	AA	CN		Parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996	TRIMESTRAL
			Se realizaran estudios analíticos		AA	MI	0.5	Parámetro	TRIMESTRAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			mayor oxígeno disuelto de la obra de toma.	del agua considerando lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.				s de la NOM-001-SEMARNAT-1996	RAL	
Medio biótico	Fauna	Biodiversidad	Las condiciones de	Se realizara un monitoreo de indicadores físicos puntos de canalización						
				Se realizará el mantenimiento necesario para evitar el azolve del canal y la obra de toma.						
				Se instalará una malla en la obra de toma, y en el desarenador, para que impidan el paso de organismos de tallas menores a mayores.						
				Se realizará la observación semanal de los canales desarenadores y sus remansos para la posible recuperación de organismos acuáticos						
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad	Se incrementa el riesgo	Se realizará el cercado del sitio de las obras.	AA	PR	0.14	M cerca de	MENSUAL SEMESTRAL	
PRUEBAS HIDRODINAMICAS										
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Niveles de ruido incrementan durante el proceso de pruebas.	Se procurará que las pruebas no sobrepasen la emisión de ruido de hasta 98 dB	AA	PR	0.14	Cantidad de decibeles producidos	DIARIO	
				Se requerirá el uso de equipo de					ALEATORIO	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				seguridad por parte del personal involucrado					
	Hidrología	Volumen de agua superficial	El volumen de agua se ve afectado por la canalización de la misma a través del sistema	Se canalizará solamente el agua del gasto diseñado, y se medirá el caudal en el punto de desfogue.	AA	CN	0.14	Volumen de gasto empleado	DIARIO
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementará el riesgo de accidentes por la reparación de posibles desperfectos en el sistema.	Se continuará con el programa de seguridad laboral.					
	Economía	Economía individual	Se mejorará el ingreso económico para el personal contratado para la realización de las pruebas.						
PRUEBAS HIDROSTATICAS									
Medio Físico	Atmósfera	Ruido	Se incrementa el nivel	Se medirá el nivel sonoro de las pruebas.	AI	PR	0.14	Cantidad de desibels producido	DIARIO ALEATORIO

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				Las pruebas se detendrán cuando superen los 98 dB por un tiempo sostenido de tres minutos. Se reiniciarán las pruebas en intervalos de 5 minutos cuando se supere el umbral sonoro establecido. Se notificará a la población del inicio de las pruebas cada vez que estas se realicen.				S	
	Hidrología	Volumen de agua superficial	Se disminuye el volumen hidráulico en la obra de toma, pero el gasto de caudal se mantiene igual	Se medirá la variación del volumen en la obra de toma durante la fase de pruebas y se corroborará la capacidad del mismo para permitir el gasto ecológico en los puntos de derivación.	AA	CN	0.14	M ³ de volumen utilizado	DIARIO
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la reparación de posibles desperfectos en el sistema.	Se continúa con el programa de seguridad laboral	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	MENSUAL
	Economía	Economía individual	Se mejora el ingreso económico por el personal contratado						

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

PRUEBAS DE DESFOGUE										
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Se incrementan los niveles de ruido en el área adyacentes al canal de desfogue.	Se medirá que los niveles de ruido no sobrepasen los 98 dB durante la prueba de desfogue y su intensidad no se extienda más allá de 5 metros del punto de generación del ruido. Cuando se sobrepase esta condición, se realizará un proceso de restauración en los sitios aledaños al canal y a lo largo de su longitud desde las casas de máquinas, para que la vegetación funcione como amortiguador del ruido producido, evitando las afectaciones a las casas cercanas.	Al	PR	0.14	Cantidad de decibeles generados	DIARIO	ALEATORIO
	Hidrología	Volumen de agua superficial	Se incrementa el volumen de agua superficial que entra al punto	Se medirá el caudal de desfogue, para comprobar el gasto de diseño establecido. Se realizará el monitoreo del sitio de confluencia entre el canal de desfogue y el río para determinar la magnitud de socavación del lecho del río, y determinar las medidas necesarias que controlen la remoción de	Al	CN	0.14	M ³ de agua	DIARIO	AUTOMATICO



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				sedimentos por este hecho descrito.					
		Cambio en trayectorias superficiales	Se crea un escurrimiento artificial que modificará las condiciones	La estructura del canal de desfogue se construirá con obstrucciones de la trayectoria y movimiento de agua para reducir su velocidad y permitir una mejor disolución de oxígeno antes de ser vertido al río	AA	MI	0.14	M ² de superficie tratada	MENSUAL
PRUEBAS DE GENERACIÓN									
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Niveles en la casa de máquinas	Se medirá la cantidad de ruido emitido por las turbinas y en general en distintos puntos de la casa de máquinas	AA	PR	0.14	Días de cumplimiento	MENSUAL
				En caso de que el ruido supere los niveles máximos permitidos, deberá analizarse la posibilidad de encontrar la estructura de las turbinas con un polímero que evite y reduzca la magnitud de la emisión del ruido.					
				En caso de que el ruido supere los niveles máximos permitidos, deberá analizarse la posibilidad de encontrar la estructura de las turbinas con un polímero que evite y reduzca la magnitud de la					





MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>emisión del ruido.</p> <p>En caso de que el encofrado sea poco viable por la cantidad de calor que emanen las turbinas, se deberá restringir el acceso al sitio, salvo con la observación de las medidas de seguridad física necesarias, especialmente las auditivas.</p> <p>La casa de máquinas deberá forrarse con material dispersor del ruido.</p>					
				<p>El exterior de la casa de máquinas deberá contar con una zona de amortiguamiento del ruido. Dicha superficie deberá conformarse con la plantación de especies vegetales nativas que permitan disipar el ruido dentro de un rango de 5 metros desde el límite de las paredes exteriores de la casa de máquinas.</p>					
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la reparación de posibles desperfectos en el sistema	Se observará en todo momento las medidas de seguridad necesarias para garantizar la integridad física de las personas.	AA	PR	0.14	Cantidad de días de cumplimiento	MENSUAL
PUESTA EN MARCHA									



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Medio físico	Atmosfera	Ruido	Incrementan los niveles de ruido en la casa de máquinas	Se medirán los niveles de ruido de la casa de máquinas, en su interior en distintos puntos, y alrededor de la estructura en el exterior.	AA	CN	0.14	Cantidad de decibeles producidos	DIARIO ALEATORIO
	Hidrología	Volumen de agua superficial	Se reduce el volumen de agua que discurre en el río.	Se deberá garantizar el gasto ecológico del río. Se realizará el análisis de la estructura funcional de la microcuenca, para determinar impactos sinérgicos que no hayan sido estudiados aun, o que o hayan sido considerados en este estudio o en la MIA regional del proyecto	AI	CN	0.5	M ³ de agua canalizada	DIARIO
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la intrusión o visitantes a las obras del proyecto.	Todas las obras o estructuras del proyecto deberán estar circuladas en su perímetro por malla o cerca, restringiendo el paso de visitantes y curiosos. Los visitantes deberán observar las medidas de seguridad establecidas por el proyecto	AA	PR	0.14	M de cerca instalada	MENSUAL
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se mejora la infraestructura de caminos vecinales y terracerías al utilizar material						

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			del pétreo como base para la superficie de rodamiento.						
		Cobertura de servicios sanitarios	Se potencializa el sentido de respeto al medio ambiente al implementarse una política de orden y limpieza en los frentes de trabajo.	Se implementará un sistema de comunicación social entre el proyecto y las comunidades, que permita realizar la capacitación y ampliar la información ambiental de la zona, mediante talleres y pláticas de educación ambiental.	Al	CN	0.14	Días de cumplimiento	MENSUAL
				Se contempla la relación de las instituciones de educación superior presentes en el SAR, para la ejecución de los talleres y el desarrollo del contenido temático de los mismos.					
				Se realizarán capacitaciones sobre aspectos relevantes del funcionamiento del proyecto y sobre el programa de seguimiento de calidad ambiental que se implemente.					
	Economía	Economía individual	Se mejora la percepción económica de						



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			los empleados encargados de la operación del sistema						
		Economía local	Se incrementa el flujo de efectivo por la creación de nuevos empleos que derraman económicamente en las localidades cercanas al proyecto.						
		Economía regional	Se mejora la economía regional y se incrementa el gasto en servicios y materiales.						
MANTENIMIENTO									
Medio físico	Atmosfera	Ruido	Se incrementan los niveles de ruido						
	Hidrología	Uso del recurso	Se mantienen	Se realizaran muestreos de análisis	AA	CN	0.14	Parámetro	TRIMEST



MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	a		los niveles de anoxia en la obra de toma, pero se mejora la DBO en el canal de desfogue.	fisicoquímicas del agua inmediatamente después de las acciones de mantenimiento, en los sitios donde se realicen los trabajos.				s de la NOM-001-SEMARNAT-1996	RAL
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Se realizan podas y mantenimientos en las líneas de transmisión	El material de poda deberá convertirse en composta y ser reincorporado al suelo orgánico en los sitios de restauración	Al	MI	0.5	Kg de material enriquecido	MENSUAL
	Fauna	Biodiversidad	Se crean efectos de borde a lo largo de las tuberías de presión y las líneas de transmisión por el chapeo.	Se deberá realizar el monitoreo de poblaciones indicadoras para determinar durante los primeros años del proyecto el efecto real sobre las mismas poblaciones. Una vez determinado el resultado (si el borde es una matriz, un ecotono, o raso) se deberá determinar el proceso de restauración del derecho de vía para obtener un borde más permeable a las especies mas sensibles.	Al	RE	0.5	Abundancia y diversidad de especies en sitios adyacentes.	MENSUAL
Medio socioeconómico	Población	Salud de la población	Se mejora la salud de la población en	Se realizará el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de la microcuenca del río	Al	CO	0.14	Parámetros de la NOM-001-	MENSUAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			la parte baja de la microcuenca y de la subcuenca del SAR al mejorar la BDO				SEMARNAT-1996.		
		Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la presencia de los cuerpos de agua, así como de accidentes laborales durante las actividades de mantenimiento de equipos industriales		AA	PR	0.14	Cantidad de días de cumplimiento	MENSUAL
	Infraestructura	Condición de los caminos	Los caminos reciben mantenimiento de material de excavación para la reconfirmación de la base de la superficie de rodamiento						

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Cobertura de servicios sanitarios	Se potencializa el sentido de respeto al medio ambiente	Se realiza el monitoreo de los sitios de las obras y se seguirá un procedimiento de limpieza. Se complementarán las actividades de sanidad ambiental con cursos y talleres de educación ambiental.	AI	CN	0.14	Cantidad de días de cumplimiento	MENSUAL
Economía		Economía individual	Se incrementa el flujo de efectivo por la creación de nuevos empleos que derraman económicamente en las localidades cercanas al proyecto.						
		Economía local	Se mejora la economía regional y se incrementa el gasto en servicios y materiales.						

Análisis de los posibles impactos sinérgicos y acumulativos.

Red de interacción de impactos sinérgicos.

La red de impactos sinérgicos sobre los factores ambientales se construye para determinar aquellos impactos ambientales indirectos que pudieran resultar acumulativos a los impactos ambientales causados por el proyecto, y mitigados con las actividades correctivas explicadas. De esta manera se evalúa si existe la necesidad de ejecutar medidas de mitigación adicionales a las ya enlistadas anteriormente. Las medidas que tiendan a mitigar los impactos ambientales sinérgicos serán explicadas de manera individual, siempre y cuando no se trate de un esfuerzo mayor en la mitigación de un impacto sinérgico con una medida ya definida con anterioridad.

Solo se consideran los impactos ambientales con un valor ponderado MUY PERJUDICIAL (<-5.5), pues se sabe que las medidas de mitigación propuestas resultan suficientes para revertir el efecto negativo de aquellos impactos puntuales y con un valor ponderado PERJUDICIAL o IRRELEVANTE.

✓ Cortes al talud natural.

Los cortes al talud natural producirán impactos que podrían ser acumulativos y sinérgicos al desestabilizar la estructura del terreno. De manera previa, el terreno mantiene un grado de pendiente determinado por factores físicos como el viento y la lluvia. El corte del talud natural modifica la pendiente y consecuentemente el empuje de tierras, en particular en la base de los cortes, provocando un deslizamiento del material conocido como movimiento en masa.

El que una ladera permanezca estable o sufra un deslizamiento depende de varios factores, entre los que están:

- Características del terreno: Los lugares montañosos con pendientes fuertes son los que con más facilidad sufren deslizamientos, aunque en ocasiones pendientes de muy pocos grados son suficientes para originarlos si la roca está muy suelta o hay mucha agua en el subsuelo.

En las regiones lluviosas suele haber espesores grandes de materiales alterados por la meteorización y el nivel freático suele estar alto lo que, en conjunto, facilita mucho los deslizamientos.

- Macizos rocosos con fallas y fracturas tienen especial importancia en los desprendimientos. En estos lugares cuando llueve intensamente con facilidad se pueden producir desprendimientos.

- Los ríos van erosionando la base de las laderas y provocan gran cantidad de deslizamientos.

- Los movimientos de tierras y excavaciones que se hacen para construir carreteras, edificaciones, obras de toma, minas al aire libre, etc., rompen los perfiles de equilibrio de las laderas y facilitan desprendimientos y deslizamientos. Además normalmente se quitan los materiales que están en la base de la pendiente que es la zona más vulnerable y la que soporta mayores tensiones lo que obliga a fijar las laderas con costosos sistemas de sujeción y a estar continuamente rehaciendo las vías de comunicación en muchos lugares.

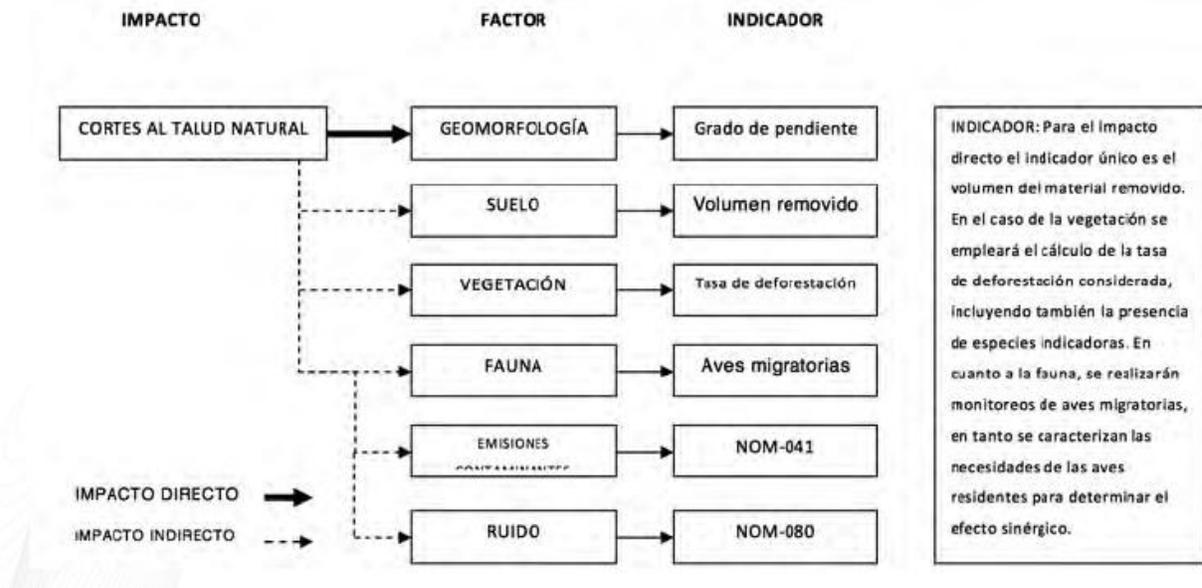


Diagrama 6.1. Factores ambientales impactados por el corte al talud natural.

De los impactos ambientales indirectos producidos por el corte de taludes, está principalmente la pérdida de suelo debido al movimiento de tierras para la construcción del talud. También con el suelo se remueve la vegetación, y en consecuencia se desplaza la fauna hacia sitios adyacentes, limitándose los sitios de nidación, alimentación o refugio. El uso de maquinaria produce emisiones contaminantes y ruido.

Para determinar si el impacto de cortes a los taludes naturales tiene efectos sinérgicos y acumulativos, se determinó primero la probabilidad de ocurrencia de los impactos indirectos. También se evaluó el riesgo del deslizamiento de los taludes según la probabilidad de ocurrencia de los factores de riesgo considerados más arriba.

Una vez que se ha determinado si el impacto puede ser sinérgico o acumulativo, se plantea la posibilidad de mantener las medidas de mitigación propuestas, o plantear nuevas para reducir el efecto sinérgico del impacto.

Tabla 6.5. Probabilidad de ocurrencia de factores de riesgo para la acumulación de efectos negativos por la realización de cortes en los taludes naturales.

EVENTOS CAUSANTES DEL RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA				SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIA			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Intensas lluvias			X			x		
Malas prácticas de ingeniería			X				x	
Sismicidad		X				x		

Tabla 6.6. Resultado de la estimación del riesgo de movimiento en masa, y del efecto sinérgico en su caso.

RESULTADOS DE MATRIZ DE RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS	COMPONENTE DEL PSCA	CONDICIÓN	ACCIONES QUE DEBEN TOMARSE
Intensas lluvias	3	2	VI. Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo	Aceptable con controles propuestos	Medidas de prevención y control en el área Implementación de planes de emergencia
Malas prácticas de ingeniería	2	2	I. Programa de cortes	Según procedimiento	Implementación de planes de emergencia
Sismicidad	2	2	XIII. Monitoreo ambiental	Preventivo	Implementación de planes de emergencia

De acuerdo al resultado mostrado en prácticas de bioingeniería de suelos propuestas por Schiechl (1980), las prácticas de restauración sucesional proporcionan estabilidad a taludes de cualquier forma e inclinación. La restauración sucesional está orientada a la mejora de la cohesión de los estratos superficiales del talud. Además, la restauración sucesional propuesta en los componentes del Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental.

La práctica de restauración sucesional, además, está incluida en el componente del Plan de Abandono y Restauración del PSCA del proyecto. En México son pocas las prácticas de este sistema de estabilización, que además promueve la recolonización de la vegetación natural en la superficie dañada, y restablece los sitios de nicho para la fauna.

Con la práctica de estabilización de taludes, se considera que el efecto negativo puede dejar de ser sinérgico en un lapso de 3 años a partir del inicio de la ejecución de los componentes del PSCA. Las limitantes para su ejecución son la disponibilidad del material vegetal requerido, sin embargo se considera la construcción de un vivero que provea el material a utilizar.

Remoción de suelo.

Debido a la remoción de vegetación y el corte de taludes, la remoción del suelo es un impacto ambiental severo, ya que la formación del mismo se lleva a cabo a largo plazo, y la eliminación de la superficie del suelo es inmediata. Al delimitar las áreas a intervenir, se concentra la perturbación sobre el recurso suelo sólo en el área a utilizar y según el diseño del

Proyecto. Con esto, el impacto queda circunscrito a las áreas requeridas para la etapa de construcción, sin alterar la superficie de suelo aledaña. La remoción del suelo es la siguiente actividad a la remoción de la vegetación que soportaba, por lo que el componente del PSCA para la realización de prácticas y manejo de la capa edáfica está orientado a recuperar el suelo vegetal, a través de su retiro y almacenamiento, para posteriormente utilizarlo en tareas de restauración de los componentes ambientales en las áreas ocupadas de forma temporal, una vez que termine la etapa de construcción.

Debido a que el suelo es un factor importante para el establecimiento de la vegetación, y su consecuente regeneración, se espera que el proceso de restauración propuesto en el PSCA sea exitoso y reduzca al mínimo el potencial sinérgico de la pérdida de la capa edáfica. Por tanto se considera que las áreas que resulten alteradas por la compactación, deberán -una vez terminadas las faenas- ser descompactadas con las técnicas adecuadas, dependiendo del caso. La descompactación debería considerar, primero, el uso de subsolador con bulldózer para descompactar en profundidad, y luego, el uso de un arado del tipo cincel. En este sentido, deberán ser observaciones de terreno y/o calicatas capaces de observar la pérdida de estructura del suelo y que -a la vez- permita decidir por las acciones a seguir.

Debido a que el intemperismo del suelo está precedido por una acción erosiva, bajo las condiciones atmosféricas del SAR se esperaría que esta acción estuviera provocada por el drenaje pluvial del terreno impactado. Para evitar esto se deberá implementar una medida de mejora del drenaje

pluvial orientada a la conservación del suelo en el frente de trabajo, en especial durante el proceso de restauración. Esto deberá ocurrir si la totalidad del perfil del suelo es impermeable o está compactado en exceso, el subsolado o cualquier otra técnica de descompactación, no es suficiente para solucionar el problema. La solución más común es drenar el agua fuera del área restaurada, mediante tuberías de plástico perforadas que recogen el agua y la transportan hacia los puntos de descarga previstos (obras de desagüe, drenes, diques, ríos, entre otros).

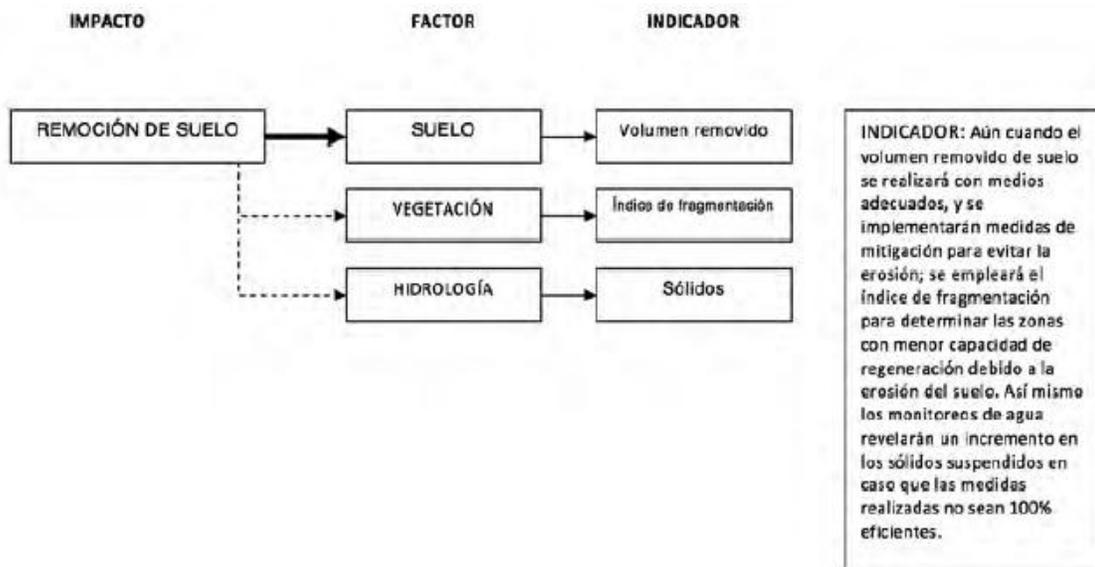


Diagrama 6.2. Factores ambientales impactados por la remoción de suelo vegetal.

✓ **Remoción de vegetación.**

La pérdida de la vegetación es el principal impacto negativo con mayor susceptibilidad a volverse acumulativo y sinérgico. Esta condición está

dada por la ejecución del impacto mismo, y la omisión de las medidas correctivas y restauradoras necesarias. El primer efecto palpable de la pérdida de vegetación es el desplazamiento de la fauna hacia sitios con vegetación, aun cuando esta no cubra en su totalidad los requerimientos de cada una de las especies desplazadas. Posteriormente el efecto erosivo del suelo por la pérdida de vegetación, y la contaminación atmosférica por el uso de maquinaria y equipo de combustión interna, además de la generación de ruido excesivo.

Para todos los impactos se contemplan medidas de mitigación que se integran por sí solas, o en conjunto en el PSCA del proyecto. El objetivo de las medidas es la mitigación del impacto, y en el mejor de los casos la prevención del mismo. Sin embargo al considerar el efecto irreversible de la pérdida de vegetación en la superficie utilizada para las distintas obras del proyecto, la única alternativa adecuada es la compensación de las superficies dañadas.

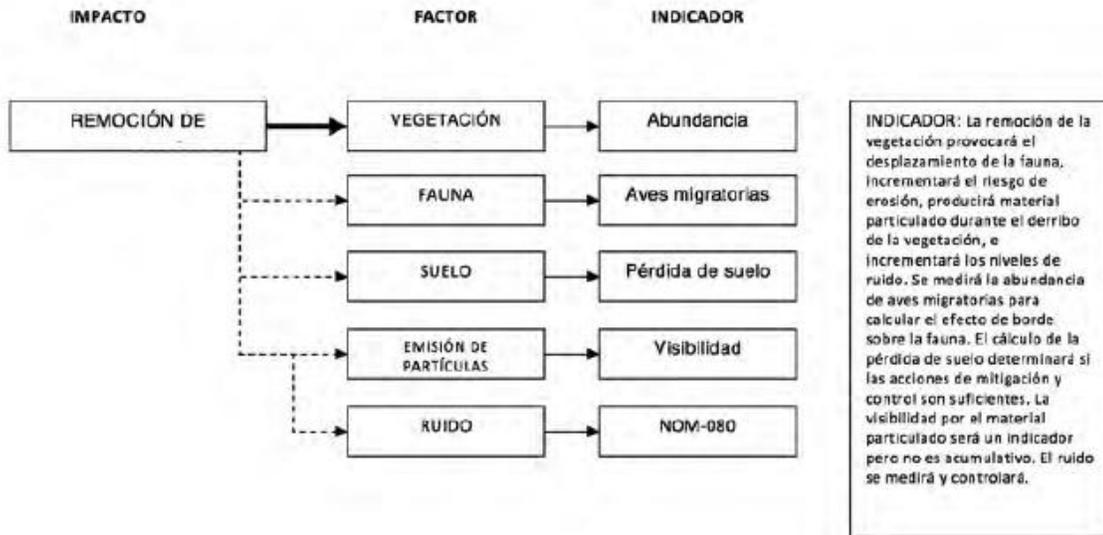


Diagrama 6.3. Factores ambientales indirectamente impactados por la remoción de la vegetación.

El resultado de los efectos compensatorios podrá medirse mediante el monitoreo de los indicadores de fauna más adecuados, en primer instancia a través de las aves migratorias. Se ha documentado que las aves migratorias son fieles a los sitios de invierno que utilizan, por lo que el cambio drástico del sitio producirá ajustes en su desempeño, el que puede ser medido por los niveles de estrés fisiológico.

Normalmente se reflejan altos índices de estrés fisiológico con la disminución en la calidad del hábitat, además que algunas especies registradas en el presente documento muestran preferencias por hábitats cerrados en vegetación y mejor conservados que otros.

Al realizar actividades de compensación de sitios perturbados se podrá medir el efecto contrario a la perturbación del sitio. Por tanto, aún cuando los esfuerzos de mitigación de la pérdida de vegetación mediante la restauración de sitios impactados mejora la calidad del entorno, aquellos no resultan suficientes como para ofrecer a las aves migratorias las condiciones en que se desempeñaban un año anterior a la perturbación.

Podría considerarse que el mayor efecto sinérgico del proyecto es la pérdida del nicho ecológico de la fauna silvestre del SAR. La información sobre los posibles efectos es variada, pero no se presenta un consenso sobre el mejor indicador de desempeño. Adicionalmente no existen registros, datos o estudios que permitan pronosticar la magnitud del efecto sinérgico, salvo por la proporción de la remoción de la vegetación de los sitios de las obras respecto a la superficie del SAR, o por las conjeturas que puedan aventurarse a ser expresadas como conclusiones. La única fuente de información tangible y válida para determinar las mejores medidas correctivas es la colecta de datos de campo.

Estos deberán estar orientados a la comparación sistemática entre los sitios impactados y su proceso de restauración, con los sitios de conservación y mejora de la calidad ambiental. Solamente bajo este escenario será posible delinear las estrategias que permitan reparar revertir los procesos negativos de la pérdida de vegetación, no sólo en este proyecto, sino en proyectos de cualquier índole bajo condiciones ambientales similares.

Se propone para desarrollar lo anterior, la creación de áreas de conservación directa y administradas por el proyecto en colaboración con los propietarios de dichas superficies. Estas zonas deberán ser excluidas de cualquier tipo de desarrollo de infraestructura y perturbación. Además de los sitios de conservación, se implementará un programa de capacitación de buenas prácticas en el manejo agroforestal dentro del SAR. Las superficies de conservación son las mismas que fueron propuestas anteriormente en el desarrollo del mismo tema, secciones arriba del presente documento.

✓ **Creación de embalse.**

La creación del embalse producirá efectos poco estudiados en México. El daño ecológico más evidente es la reducción de los caudales a lo largo del cauce más allá de los puntos de derivación. Además el proceso de eutrofización en los mismos sitios del embalse puede producir efectos negativos sobre la flora y la fauna del SAR, debido al crecimiento desmedido de poblaciones ecológicamente nocivas, o al reducirse la presencia de especies sensibles a las nuevas condiciones de los sitios.

Al respecto, el proyecto se mantendrá un programa de caudal ecológico de 3.86 m³/s como mínimo, que permita el desarrollo normal del ecosistema. El caudal ecológico está considerado como el gasto mínimo extraordinario medido durante la temporada de estiaje. Sin embargo el

programa de monitoreo del PSCA mantendrá un registro del estado estructural y de conservación del hábitat a lo largo de 5 km después del punto del embalse.

Respecto al efecto de eutrofización del embalse, se realiza la siguiente apreciación: la eutrofización es un proceso por el cual la calidad del agua, en este caso del embalse, se deteriora por el florecimiento exagerado de algas y macrófitas, que resulta del aumento de la concentración de nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno. El fósforo es considerado el nutriente limitante debido a que la relación entre demanda y oferta es más baja que el nitrógeno, ya que este último puede ser tomado de la atmósfera por muchas especies de algas.

Para evaluar el riesgo de eutrofización del embalse de las obra de toma, se empleará el método de Vollenweider, el cual consiste en relacionar la carga anual de fósforo en el área como función del cociente de la profundidad media y el tiempo de residencia hidráulico.

El llenado del embalse induce la aparición de una serie de cambios en la calidad del agua, siendo el principal de ellos el aumento del riesgo de eutrofización. Aguas arriba de la obra de toma se produce un remanso del agua, de forma que se agudiza la deposición de materiales, circunstancia que contribuye al proceso de eutrofización (Dal-Ré Tenreiro et al., Pequeños Embalses de Uso Agrícola). Finalmente, un embalse eutrofizado, al desoxigenarse produce aguas saturadas de ácido sulfhídrico, metano y hierro soluble, las cuales se vuelven tóxicas y al ser vertidas aguas abajo destruyen todo tipo de vida en los cauces de ríos y quebradas receptoras.

A continuación se evalúa la vocación trófica que tendrá el embalse, de acuerdo con la información del entorno físico de la zona donde se pretende construir, y las características técnicas de la obra hidráulica que se proyecta. Esta fase de predicción del grado de eutrofia que tendrá el embalse, puede tener un margen de error apreciable, pero debe permitir en cualquier caso precisar la necesidad o no de proyectar y planificar medidas de atenuación de la eutrofia.

En los meses de lluvia, donde se espera que el proyecto hidroeléctrico genere mayor cantidad de energía debido a la presencia de un mayor caudal, es de preverse que los riesgos de eutrofización sean mínimos, puesto que el agua no será retenida en el embalse por mucho tiempo. Es de señalar que en una zona con las condiciones meteorológicas existentes se requiere un mínimo de dos semanas de tiempo de residencia, para que comiencen a presentarse signos de eutrofización. No obstante, durante la época seca la vocación trófica de las áreas del embalse crece, debido al mayor tiempo de retención del agua en el embalse.

Así también, aumenta el riesgo de eutrofización en climas cálidos, puesto que se produce una diferencia de temperaturas en la columna de agua, lo cual se conoce como estratificación térmica. La estratificación térmica es un proceso que se observa en los cuerpos de agua por la formación de capas de agua de diferentes densidades, que son inducidas por diferencias en temperaturas. Esta separación en capas que no se mezclan completamente tiene consecuencias importantes en el metabolismo, en este caso del embalse, y en la calidad del agua del mismo.

La erosión y el arrastre de sedimentos producto de las precipitaciones en la zona del embalse, trae consigo un mayor número de nutrientes, y por tanto se producen los efectos explicados anteriormente, incluido un incremento del riesgo de eutrofización. Es así que, dentro de las acciones que el operador del proyecto hidroeléctrico debe ejecutar, se incluye la limpieza anual de los desarenadores y el desazolve del embalse de manera regular.

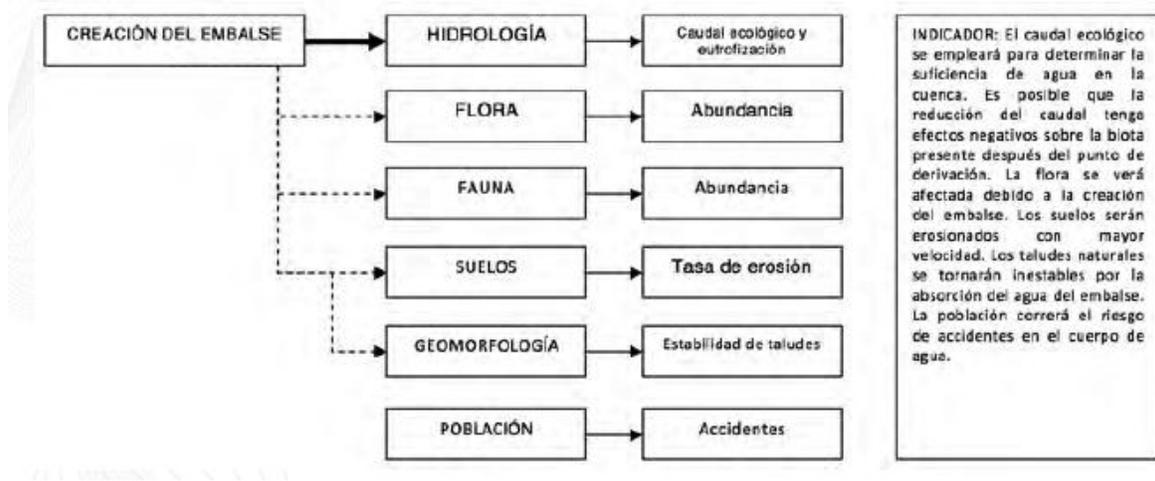


Diagrama 6.4. Factores ambientales indirectamente impactados por la creación del embalse y los posibles efectos sinérgicos.

Los aportes del embalse de las obra de toma presentan una calidad buena. En la temporada seca (de pocas lluvias) pueden originarse ciertos problemas de eutrofización en las aguas, especialmente en aquellos años poco lluviosos y calurosos, pero dada la buena calidad del agua de los afluentes no parece un problema excesivamente significativo.

Cabe destacar que el análisis realizado para esta estimación no ha

tomado en cuenta los nutrientes acumulados en la vegetación y los suelos de las áreas a ser inundadas. Es indispensable que la vegetación sea completamente removida de las áreas a ser inundadas. Enterrar los restos de esta vegetación en dichas áreas es un riesgo considerable para el estado trófico del embalse.

La reforestación del entorno del embalse (medida contemplada en el PSCA) contribuirá a la disminución de los aportes difusos de nutrientes y evitar los procesos erosivos que pudieran presentarse en la microcuenca.

VI.1. Programa de manejo ambiental.

Descripción del Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental (PSCA) del proyecto, e integración de las medidas de mitigación propuestas.

❖ Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental.

El Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental (PSCA) es concebido como un instrumento de gestión destinado a delinear las estrategias de ejecución de cada uno de los programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos determinados como significativos, y que fueron explicados en los apartados correspondientes en la documentación de la MIA regional del proyecto y de la información adicional presentada. De igual forma, el Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental busca maximizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación del proyecto.

Por lo tanto, el Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental del Proyecto, debe ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, la que deberá ser actualizada y mejorada en la medida en que la operación del proyecto hidroeléctrico así lo demande.

Esto implica que el promotor del proyecto, primero durante la construcción y posteriormente en la operación del mismo, deberá mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos ambientales, sobre los cuales fueron reconocidos impactos en la sección correspondiente a la identificación de impactos ambientales potenciales del proyecto.

Objetivo.

El presente Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental del Proyecto, se ha desarrollado basado en los siguientes objetivos:

- Prevenir, controlar, minimizar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos que las diferentes fases del Proyecto puedan generar.
- Asegurar el cumplimiento de las operaciones de la instalación con las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales vigentes en México, en particular con el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA, y de las condicionantes establecidas en la autorización de impacto ambiental que sea emitida por la SEMARNAT.

Alcance.

El presente Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental -PSCA- constituye un conjunto de planes, procedimientos, medidas y acciones que el promovente del proyecto, el constructor y el operador del mismo deberán implementar para prevenir, eliminar, minimizar, controlar y compensar los impactos negativos que el Proyecto inducirá en el entorno. Así mismo, el plan propone maximizar aquellos aspectos positivos del Proyecto. En su forma general, el PSCA comprende programas de gestión ambiental y social para la Etapa Previa a la Construcción, para las Etapas de Construcción, Llenado del Embalse, Operación del Proyecto, y finalmente para la Etapa de Abandono de las obras.

En la etapa previa a la construcción, se proponen medidas que deberán ser coordinadas directamente por el promotor del proyecto, en lo que respecta a la intervención de zonas boscosas, y en especial, en lo referente al manejo de los componentes flora y fauna que fueron caracterizados para el Sistema Ambiental Regional (SAR). Para el caso de la etapa de construcción del proyecto, las medidas de manejo ambiental incluyen procedimientos y acciones específicos a ser ejecutados por el propietario del proyecto, a través de una empresa especializada en manejo ambiental y restauración de ecosistemas. El PSCA incluye, entre otros, los siguientes planes y programas: programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, manejo de campamentos, almacenes y talleres, medidas de prevención de contaminación de suelos y cuerpos de agua, y medidas de mitigación para emisiones al aire, niveles de ruido, y medidas específicas para el componente biótico del SAR. El PSCA incluye una

descripción de trabajos concretos a realizarse, con plazos y presupuestos estimados. También se incluyen las líneas de acción y el enfoque para la implementación del mismo PSCA, así como los indicadores particulares que deberán ser registrados, medidos y monitoreados a lo largo de la implementación de cada programa particular que conforma este PSCA. Finalmente se incluyen programas de monitoreo particulares, seguimiento y auditoría ambiental para la etapa de construcción del proyecto. La etapa previa al llenado del embalse, conlleva la aplicación de un programa de medidas de mitigación y compensación. Se identifican programas de compensación que incluyen la restauración de superficies ambientalmente frágiles, y de aquellas afectadas por la implementación de la etapa constructiva del Proyecto. Además, el propio proyecto vincula al PSCA con un programa de compensación por pérdida de tierras a los propietarios de áreas a inundarse. El alcance de los programas aquí desarrollados incluye actividades específicas, sin embargo en algunos casos, estas deberán ser estudiadas a mayor nivel de detalle y redefinidas durante el desarrollo del proyecto, permitiendo así la correcta ejecución del PSCA y el éxito de una buena política ambiental por parte del proyecto. Finalmente, la etapa de operación del proyecto comprende un programa de manejo del embalse y de la microcuenca del Río Apulco que incluye medidas de reforestación, monitoreo de la calidad del agua, caudal ecológico en la obra de toma, de manejo de desechos de las Casas de máquinas, y de malezas producto del mantenimiento del embalse, etc. Finalmente se incluyen programas de monitoreo, seguimiento y auditoría ambiental para esta etapa del proyecto.

Valoración de las medidas de mitigación.

Para la interpretación del PSCA del Proyecto, es necesaria la valoración de importancia de las medidas de mitigación, compensación, control, prevención, y/o restauración, el cual se obtuvo del promedio aritmético del valor de prioridad asignado a cada una de ellas. Esto con el objetivo de conocer el valor total de las medidas de mitigación para fines de calificación del Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental, que será descrito más adelante. El valor obtenido para cada factor es el componente numérico para la obtención del valor de importancia de la mitigación de cada factor que compone el SAR. El valor de importancia de la mitigación está expresado por el cociente del valor promedio aritmético de las medidas de mitigación y la suma del valor de prioridad de cada medida aplicada.

Tabla 6.7. Valor de importancia de las medidas de mitigación para el PSCA.

Factor	Valor de prioridad	de	Valor de importancia de la mitigación
Geomorfología	0.34		0.10
Suelos	0.43		0.08
Atmósfera	0.14		0.06
Hidrología	0.18		0.10
Flora	0.44		0.20
Fauna	0.50		0.20
Paisaje	0.16		0.20
Población	0.18		0.09

Estructura del plan de manejo ambiental.

La siguiente es la estructura propuesta para el Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental del Proyecto.

Los programas a ser ejecutados con el inicio en las fases de construcción, llenado, operación y cierre del proyecto son los siguientes:

Etapa de Preparación

- I. Programa de Implementación de Política Ambiental del Proyecto.

Etapa de construcción

- II. Programa de cortes y estabilización de taludes.
- III. Programa de mitigación y control de emisiones al aire y contaminación por ruido.
- IV. Programa de manejo de residuos no peligrosos.
- V. Programa de manejo de residuos peligrosos.
- VI. Programa de manejo de descargas líquidas provenientes de las obras.
- VII. Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.
- VIII. Programa de manejo de flora y fauna.
- IX. Programa de Manejo de la Materia Vegetal Retirada del Embalse.
- X. Programa de seguridad, salud, e higiene.
- XI. Control de la erosión de la cuenca del embalse.

Etapas de operación.

- XII. Remoción de Sedimentos del embalse.
- XIII. Programa de monitoreo ambiental.

Etapas de abandono

- XIV. Plan de abandono y restauración

Etapas de preparación.

Programa de implementación de la política ambiental del proyecto.

El propietario del proyecto, o la entidad que se designe para gestionar el proyecto, formularán una política ambiental y de manejo social para el Proyecto. Los siguientes son principios básicos que conformarán la política ambiental y de manejo social para el Proyecto:

1. Cumplir con el Plan de Manejo Ambiental del proyecto y por ende con las leyes y reglamentaciones ambientales federales, estatales, y municipales.
2. Desarrollar las etapas de construcción y operación del proyecto, considerando la prevención, mitigación, control y compensación de los impactos ambientales y sociales previstos, y realizando los efectos positivos que el proyecto generará.
3. Otorgar especial énfasis al desarrollo y bienestar comunitario de las áreas de influencia del Proyecto.

- La política ambiental y social deberá ser difundida a todo el personal de la empresa, así como los contratistas que se integren al desarrollo del proyecto.
- Para la implementación de la política ambiental del proyecto, se requiere la creación de una gerencia o superintendencia de medio ambiente, que se encargue de la aplicación de las estrategias coordinadas con la empresa especializada en manejo ambiental. Ambos actores fungirán como gestores de la política ambiental del proyecto.
- La política ambiental del proyecto estará fundamentada en las siguientes acciones estratégicas:
 - Implementar las resoluciones de la SEMARNAT.
 - Implementar las acciones ambientales de las medidas de mitigación que componen el PSCA.
 - Compatibilizar los objetivos y metas del Proyecto con la política ambiental y social del país.
 - Actualizar el PSCA sobre cambios en las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales.
 - Realizar un seguimiento al PSCA y tomar medidas correctivas, con énfasis en la prevención.
 - Dirimir conflictos de autoridad o responsabilidad con respecto al PSCA y sus distintos componentes.

- Gestionar ante la SEMARNAT y autoridades afines los cambios, modificaciones, reportes y comunicaciones necesarios.
- Establecer un presupuesto anual para implementar el PSCA a lo largo de la etapa de construcción, y al menos durante 5 años durante la etapa de operación, para el componente de monitoreo de indicadores ambientales.
- Mantener registros documentales de los planes y programas que conforman el PSCA.

Directrices Principales.

Las directrices ambientales principales que el promovente, o el personal designado por éste establecerán, son las siguientes:

- Estudios Ambientales.- Desarrollar los estudios ambientales necesarios para aquellos proyectos u obras anexas a implementarse, o para modificaciones mayores de las obras originalmente previstas. Así por ejemplo, los posibles cambios de trazo de las obras lineales del proyecto.
- Etapa de Construcción - o de un posible incremento en la capacidad de generación hidroeléctrica - Etapa de Operación - requerirán estudios ambientales de acuerdo a las regulaciones ambientales vigentes. Además, la empresa realizará revisiones ambientales periódicas durante las dos etapas del proyecto (construcción y operación). El propietario del

proyecto comunicará los resultados de las revisiones ante la SEMARNAT de manera semestral.

- Evaluación de Gestión Ambiental Interna.- Implementar procedimientos internos de evaluación continua del desempeño del PSCA de acuerdo al valor de importancia de las medidas de mitigación. Este proceso de evaluación determinará las actualizaciones o modificaciones necesarias al PSCA, de ser el caso, y acordes con la evolución y cambios en las regulaciones ambientales, en las condiciones físicas, bióticas y socioeconómicas en el Sistema Ambiental Regional del proyecto.
- Responsabilidades.- Asignar y establecer los flujos de información y las responsabilidades en cada etapa del proyecto y para los diferentes programas de manejo ambiental a ejecutarse. Para esto, el presente PSCA incluye una descripción de los procedimientos a seguirse, para el control, reducción, mitigación y compensación de los impactos ambientales. La empresa adoptará y mejorará en la medida necesaria los procedimientos aquí establecidos.
- Coordinación Interinstitucional.- La ejecución y vigilancia de diferentes medidas de manejo ambiental requerirán la coordinación efectiva. Se encuentran medidas tales como obras de infraestructura, obras de saneamiento ambiental, control de vectores de enfermedades asociadas con agua del embalse. Además, requerirán de una efectiva coordinación y del cumplimiento de acuerdos, tanto técnicos como económicos, entre el propietario del proyecto, y los reguladores y representantes de los grupos de involucrados con los que se hayan establecido los acuerdos.

- Relaciones Comunitarias y Opinión Pública.- El propietario del proyecto o el gestor del proyecto designado, establecerá mecanismos de recepción y atención de opiniones de las partes interesadas. Se registrarán las diversas opiniones y se establecerá un procedimiento de evaluación y respuesta, manteniéndose registros de las acciones ejecutadas.
- Difusión del Plan de Manejo Ambiental.- Asegurar que todo el personal involucrado conozca el Plan de Manejo Ambiental, y adopte los procedimientos ambientales respectivos. Estos procedimientos se extenderán al personal de las empresas contratistas y prestatarios de servicios. Se establecerá el nivel y métodos necesarios de capacitación requeridos, así como los requerimientos de registros y archivo necesarios.
- Actualización Legal.- Mantener un registro actualizado de las regulaciones ambientales vigentes, en lo relacionado a las actividades que desarrolle la organización.
- Etapas de Construcción y Llenado del Embalses.- La etapa de construcción para propósitos del PSCA, se entiende desde la movilización de la empresa constructora designada al área y el inicio de los movimientos de tierra hasta la culminación de los cuerpos de la obra de toma. El llenado del embalse se define como la finalización de la construcción de la obra de toma y represamiento parcial de los ríos hasta alcanzar la cota de operación del proyecto, así como la conducción a través de las tuberías. La etapa de construcción requerirá aproximadamente tres años, y el llenado del embalse compensadores aproximadamente de 5 horas a 18 días, dependiendo de la temporada en que la obra de toma se haya terminado.

Etapas de construcción.

Programa de cortes y estabilización de taludes.

La construcción de ciertas obras de infraestructura del Proyecto, podría generar inestabilidad de taludes debido principalmente a movimientos de tierra - cortes y rellenos - y a efectos erosivos por acción del viento o escorrentías. Ejemplos de taludes que requerirán particular atención son los cortes de terreno para los caminos de acceso a las obras, o los taludes para la cimentación de la obra de toma.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución del corte del talud es el responsable de la ejecución de la obra; el proceso de estabilización y restauración ecológica, y del seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin.

Descripción del programa.

Las medidas técnicas consideradas para la prevención de la erosión de taludes por causa de la falta de cubierta vegetal, y por efecto de la erosión hídrica por lluvia son:

- Correctas Prácticas de Construcción
- Estabilizadores Mecánicos
- Estabilizadores Biológicos

Correctas prácticas de construcción

Las prácticas correctas incluyen evitar trazados de caminos en áreas de fragilidad muy alta o con pendientes fuertes, disminuir en la medida de lo posible los movimientos de tierras, disminuir el ancho de plataformas, evitar la construcción de caminos en las franjas de protección de cursos de agua, disminuir el volumen y velocidad del agua en cunetas, recubrir cunetas cuando se superen las pendientes críticas de socavación, considerar en todos los caminos la adecuada canalización de las aguas, entre otras.

Se deberá respetar las franjas de filtraje o protección a ambos lados de los cursos de agua permanente y estacional, con anchos variables entre 20 y 100 m según la fragilidad del terreno adyacente.

Una vez construidas las obras de infraestructura, se recomienda asegurar la estabilidad de los taludes.

Para esto es recomendable modificar la forma de las pendientes mediante

un corte transversal a la dirección del posible flujo de las aguas lluvias, a fin de que estas últimas reduzcan considerablemente su velocidad. Con la reducción de velocidad se trata de mitigar los efectos erosivos de las aguas de escorrentía, de manera que el corte debe ser realizado considerando parámetros tales como el tipo de suelo, la velocidad del agua, la pendiente del terreno, los volúmenes de agua esperados, entre las principales. Las modificaciones al terreno corresponden a un corte en terrazas, o a manera de escalones, de manera que se crea una barrera que interrumpe el flujo continuo del agua de escorrentía, reduciendo su velocidad y por ende el efecto erosivo.

Estabilizadores Mecánicos

Existen varias técnicas para mejorar las características geotécnicas de un talud. Entre éstas técnicas se menciona el uso de biomallas, que consiste en la instalación de bobinas de paja, para aminorar la energía cinética de las aguas de escorrentía de forma que se evite el arrastre de las tierras. Las mantas de paja es otro método para evitar la erosión por escorrentía. Este método protege los taludes con mantas orgánicas (biodegradables), es decir que cumplen su función de preservar las tierras del talud y permiten el asentamiento de la vegetación durante un tiempo determinado.

Además, existen las técnicas de estabilización con mallas y/o membranas flexibles de materiales sintéticos imperecederos que poseen un volumen interno para localizar las semillas para la vegetación del talud. Estos materiales poseen importantes resistencias a la tracción longitudinal, y permiten el crecimiento de vegetación en los taludes, integrándolos al paisaje, minimizando así los impactos ambientales de estas estructuras.

Estabilizadores biológicos.

Una técnica para estabilizar taludes es la incorporación de "barreras vivas", las cuales consisten en hileras de plantas perennes o de larga vida, sembradas en dirección perpendicular o transversal a la pendiente del terreno o a la dirección del viento, o en contorno con el fin de disminuir el poder erosivo del escurrimiento o contener partículas desprendidas por erosión eólica.

Este tipo de práctica agronómica busca cortar el escurrimiento para así proteger taludes de erosión y por ende evitar la sedimentación en obras hidráulicas.

Las especies utilizadas deben contar con las siguientes características para ser aptas para este tipo de aplicación:

- Tener rápido crecimiento.
- Ser de conformación densa y formar hileras continuas o casi continuas.

- Ser de porte bajo.
- Ser perennes o de larga vida.
- Tener reproducción asexual (macollas, rizomas, esquejes o bulbos) para prevenir la invasión de malezas en campos de cultivo.

Por último, se considerarán las siguientes acciones como de aplicación general:

1. Los contratistas deberán controlar que las excavaciones y remoción de suelos, que se realicen en toda la zona de obras, sean estrictamente necesarias para la instalación, montaje y construcción de los elementos que conforman el proyecto hidroeléctrico.
2. Se evitarán remociones de suelos y excavaciones innecesarias, ya que las mismas producen daños al hábitat, perjudicando a la flora y fauna silvestre, e incrementan los procesos erosivos, inestabilidad y escurrimiento superficial del suelo. Así mismo se afecta al paisaje local de forma negativa.
3. En los casos que la secuencia y necesidad de los trabajos lo permita, se optará por realizar en forma manual las tareas menores de excavación, tal es el caso de las tuberías de presión; siempre y cuando no impliquen mayor riesgo para los trabajadores.
4. Los taludes creados por los cortes del sitio de cimentación de la obra de toma y de los caminos deberán estabilizarse con bermas o trincheras que alberguen vegetación natural arbustiva.
5. Todos los taludes deberán contar con una cuneta en la corona de los mismos.

Programa de mitigación y control de emisiones al aire y contaminación por ruido.

En el caso de la construcción de una obra como el Proyecto que se señala en el presente capítulo, un tema fundamental es el control de emisiones de polvos y partículas hacia el ambiente, así como del control de las fuentes emisoras de ruido.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución de esta actividad será la que se contrate para la ejecución de la obra. El seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental, estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin.

Descripción del programa.

Entre las fuentes de emisiones de polvo características en este tipo de obras se encuentran: el tráfico de vehículos en caminos no pavimentados, y las emisiones de polvos y partículas por la construcción de obras. Para actividades constructivas, las principales fuentes de emisión de polvo estarán constituidas por el movimiento de piedra y el manejo de agregados en el sitio.

Las medidas que se presentan a continuación se dirigen al control de emisiones desde los siguientes tipos de fuentes:

- Emisiones desde Fuentes Fijas: Escapes de motores de combustión interna (compresores y generadores).
- Emisiones Fugitivas: Polvos en manipulación de materiales, bancos de material, y polvos desde caminos no pavimentados.
- Emisiones desde Fuentes Móviles: Camiones tipo volteo, equipo pesado, y vehículos ligeros.

A continuación se describen las principales medidas de mitigación a ser aplicadas por la empresa contratista de obra.

Control de Emisiones desde Fuentes Fijas.

Estas emisiones se verifican principalmente en escapes desde fuentes de combustión, en particular de motores de combustión interna. Estos equipos son ampliamente utilizados en la generación de electricidad para alumbrado o para accionar equipos mecánicos como bombas de agua y compresores de aire.

A fin de mantener las emisiones de gases de escape en niveles estables, se deberán seguir las prácticas generalmente aceptadas de mantenimiento

de motores de combustión interna y se observará la periodicidad de mantenimiento recomendada por el fabricante. La aplicación de estas prácticas conllevará a menores emisiones hacia el medio de partículas y gases de combustión como Monóxido de Carbono (CO).

Así mismo, se deberá tomar como situación obligatoria el cumplimiento de la NOM-041-SEMARNAT 2006, que establece los límites máximos permisibles provenientes de vehículos de combustión a gasolina. Para el caso, todos los vehículos deberán contar con la verificación de emisión de gases que expide el gobierno estatal de Puebla. De igual manera con la NOM-042-SEMARNAT-2003, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases provenientes de vehículos de combustión a diesel. Todos los vehículos con combustión a diesel deberán presentar la verificación federal correspondiente. Para el caso de los equipos compresores y generadores que se requiere instalar para la soldadura de la tubería (de conducción, crucero y lumbrera), estos deberán cumplir además con las NOM-044-SEMARNAT-2006 Y NOM-045-SEMARNAT-2006. Para lo anterior se realizarán controles trimestrales del funcionamiento de los equipos mediante la supervisión de una unidad verificadora registrada ante la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación). Las prácticas de mantenimiento de motores de combustión interna incluyen la limpieza y retiro de depósitos de las cámaras de combustión, de válvulas y de pistones, así como el mantenimiento de los cabezales de estos últimos.

En lo posible, se entrenará al personal de la contratista de la obra para reportar para mantenimiento, a aquellos equipos en que se observen emisiones visibles de hollín durante el funcionamiento normal de un equipo de combustión interna. Otro indicador de mantenimiento es el denominado "humo azul" en los gases de escape, indicador de la presencia de migración de aceite lubricante hacia la cámara de combustión de los motores.

Debido a los factores que determinan el transporte y dispersión de los contaminantes, la contaminación del aire producida en una región puede tener efectos adversos sobre los ecosistemas de otra región. Las variaciones del clima influyen en la dirección y dispersión general de los contaminantes; además, la topografía de la zona puede llegar a dificultar el movimiento del aire y por lo tanto la dispersión de los contaminantes. Si bien poco puede hacerse para controlar las fuerzas naturales que crean estos problemas, existen técnicas que ayudan a dispersar los contaminantes. La manera más común de dispersar los contaminantes del aire es a través de un escape o chimenea.

Para el caso particular, la utilización de un buen escape de emisiones dispersará los contaminantes antes de que lleguen a las zonas sensibles, o permanezcan en el sitio de trabajo. Mientras más alto sea el escape, mayor será la probabilidad de que los contaminantes se dispersen y se diluyan antes de afectar el entorno aledaño.

No obstante, en el caso de los conjuntos motogenerador que se usarán durante la fase de construcción, existen restricciones en cuanto a la altura del tubo de escape, debido al diseño mismo del equipo, y a que a mayor altura se produce una caída de la presión de los gases de escape, lo cual disminuye su velocidad de salida, contrarrestando los efectos de dispersión de gases que se buscan conseguir primeramente. Además, un tubo más largo que lo necesario está más proclive a la corrosión debido a la condensación que un tubo más pequeño.

Considerando los aspectos mencionados previamente, se sugieren las siguientes medidas:

- La altura mínima de la salida de los gases será de 3 metros sobre el nivel del suelo.
- La descarga de los gases producto de la combustión deberá ser vertical, y disponer de cubierta de lluvia.
- El escape no deberá estar cerca de paredes o techos que pudiesen obstruir el flujo de gases. Para lo cual se establece un mínimo de 1 metro de una pared o techo exteriores.
- La altura del escape será lo más alto, que sea práctico en el lado de paredes o techos donde el viento predominante sopla alejándose de ellos, para descargar hacia arriba para maximizar la dispersión de las emisiones.

Control de emisiones fugitivas.

Se denominan emisiones fugitivas a aquellas que liberan polvos o partículas hacia el medio sin pasar previamente por una chimenea o conducto. Para el caso específico de las operaciones de la construcción del Proyecto, la principal fuente de emisiones fugitivas se origina en el tránsito sobre caminos no pavimentados.

En general, los caminos no pavimentados son fuente de emisión de partículas hacia el medio. La emisión se origina principalmente durante la circulación de vehículos pesados, así como también por acción del viento en la región.

En numerosos sitios de explotación de materiales, los caminos no pavimentados consisten de vías de terracería cuyo suelo/piso que ha sido mecánicamente compactado. En este tipo de vías se presentan piedras compactadas así como también capas de polvos finos. Se designa como polvos finos de camino a aquellas partículas menores en tamaño a 75 micrones (Cowherd et. al., 1974). Debido a la acción de pulverización ejercida por las ruedas de vehículos pesados, así como también la acción erosiva del viento, los polvos finos son emitidos hacia el medio.

Como medida de reducción de emisiones de polvo desde caminos no pavimentados, la contratista de la obra deberá implementar el riego con agua para aquellas vías. La medida está destinada a mitigar las emisiones de polvos finos desde caminos debido al tráfico de vehículos. En términos generales, el método de riego de caminos utilizando agua es considerado como efectivo y económico no obstante su corto periodo de acción. El agua es aplicada mediante un camión cisterna, equipado con válvulas dispensadoras que distribuyen el agua en un ancho de vía de 4 m aproximados. Debido a la evaporación del agua aplicada a los caminos, en particular bajo condiciones de fuerte insolación, el efecto supresor desaparece en un tiempo relativamente corto.

La frecuencia de viajes de los camiones que aplican agua a los caminos, será decidida en función de aspectos tales como:

- Insolación presente,
- Nivel de tráfico de camiones esperado en el sitio,
- Velocidad de viento en la región.

Como consideraciones adicionales, la empresa contratista asignada para la obra deberá limitar la velocidad de circulación de los vehículos pesados a 20 km/h. Además, de prohibir el uso de aceites lubricantes desechados ("aceite quemado") como agente supresor de polvo en caminos. El tratamiento de caminos con aceites usados no es una práctica

ambientalmente aceptable, debido al potencial de contaminación de los suelos y/o de las aguas de escorrentía.

Control de emisiones desde fuentes móviles

Las principales fuentes móviles de emisión son los camiones de transporte de material, vehículos de apoyo logístico, y vehículos ligeros. También contribuyen con emisiones el equipo pesado como palas mecánicas, cargadoras o tractores.

Los vehículos y equipo pesado que se emplean generalmente en las obras civiles de gran envergadura poseen motores de combustión interna Diesel. Las medidas de manejo de emisiones al aire para estos vehículos, se enfocaran a seguir las prácticas recomendadas por la compañía de fabricación de estos equipos, con respecto al mantenimiento de sus motores. Para ello se establecerá un calendario de mantenimiento de todos los motores diesel, con frecuencias mínimas de 6 meses.

La contratista de la obra establecerá procedimientos internos para manejo del tráfico automotor en las áreas de construcción de obras civiles y al interior del campamento. Se efectuaran inspecciones del estado de los vehículos camiones de transporte de carga. Se notificará al transportista de cualquier vehículo cuyas emisiones desde tubos de escape se consideren como atípicas, especialmente durante operación a velocidad

normal, y se planificará la entrada en mantenimiento de aquellos vehículos no aptos.

Control de ruido y vibraciones en equipo de construcción.

El ruido es considerado como un contaminante del ambiente. La legislación presenta regulaciones para niveles de ruido presentes en dos situaciones diferentes: ruido en áreas de trabajo, y, ruido ambiental. Las regulaciones para esta última situación generalmente se aplican en los límites exteriores, o linderos, del proyecto evaluado.

Los vehículos todos deberán cumplir con la NOM-079-SEMARNAT-1994, y para el caso de los compresores y generadores instalados estos deberán cumplir con la NOM-081-SEMARNAT-1994. Se realizará monitoreo de los niveles de ruido al menos una vez a la semana.

Los niveles sonoros se expresan en decibeles A (dBA). Los niveles de ruido dentro de las áreas de trabajo durante la etapa de construcción estarán regidos por la normativa vigente. Los valores máximos permisibles se presentan en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 6.8. Niveles máximos de ruido dentro de áreas de construcción.

DURACION (HORAS)	NIVEL DE RUIDO (dBA)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
0.5	105
0.25	110
0.125	115

La legislación estipula además que para cualquier nivel de presión sonora mayor a 85 dBA, el trabajador deberá utilizar, obligatoriamente, su respectivo equipo de protección auditiva.

Los generadores eléctricos y compresores, y demás equipos de construcción que emitan ruido, deberán estar dotados de sistemas de mitigación, tales como disponibilidad de cubiertas (encapsulados) y provisión de silenciadores en el ducto de escape del motor. De igual manera, para el control de las vibraciones, los equipos contarán con componentes amortiguadores localizados en el skip del motor.

Las actividades de ensamblaje y construcción deberán ser planificadas con el propósito de reducir los niveles de ruido por la operación conjunta de las fuentes de ruido.

Además, el personal involucrado con la construcción de la obra deberá poseer elementos de protección personal (EPP) que minimicen los impactos referentes al ruido. Las actividades que demandarán el uso de estos elementos son: operación de maquinaria pesada, trabajos en cercanía de generadores de energía, trabajos de soldadura, voladuras, etc.

Programa de manejo de residuos no peligrosos.

Este plan fue diseñado considerando los tipos de desechos, las características del área y el potencial de reciclaje, tratamiento y disposición en las áreas de confinamiento de residuos municipales de Xochitlán de Vicente Suárez. Las prácticas más comunes para tratar los

desechos son:

- Reducción en la fuente: Eliminación o minimización del volumen de los residuos.
- Reutilización: Consiste volver a usar los materiales residuales en los procesos del proyecto disminuyendo la cantidad de estos.
- Reciclaje: Esta práctica incluye la conversión de los desechos en materiales que se pueden volver a usar, por ejemplo: materiales de construcción, metales, plásticos, vidrio, entre otros que pueden ser reciclados.
- Tratamiento: Se puede lograr a través de varios procesos, entre los cuales se incluyen: degradación de materiales orgánicos, filtración y estabilización con el uso de nutrientes y otros materiales.
- Disposición: Una vez que se hayan considerado las prácticas de reducción, reuso, reciclaje y tratamiento, el próximo paso es la disposición final de los desechos. Esto puede realizarse mediante disposición en un relleno sanitario, confinamiento o incineración.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución del programa de residuos no peligrosos es la empresa promotora del proyecto; a través del contratista responsable de la ejecución de la obra; el proceso de seguimiento y monitoreo del

cumplimiento de esta medida ambiental estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin.

Descripción del programa.

Como parte de este plan, se ha preparado un inventario de todos los posibles desechos generados durante las actividades constructivas en el desarrollo del proyecto. La creación de un inventario para identificación y monitoreo de los desechos, provee una fuente de datos detallada con respecto a su manejo, así como los métodos para su tratamiento y disposición. A continuación se enumeran los diferentes desechos no peligrosos generados por cada fase del Proyecto.

- a) Desechos Sólidos
- • Segmentos de tubería
 - • Recipientes vacíos
 - • Recipientes Metálicos
 - • Envolturas de papel
 - • Maderas
 - • Plásticos, geomembrana
 - • Saquillos de nylon o yute

- • Vidrio

- • Desechos sanitarios

- b) Desechos Líquidos
 - • Agua (lluvia)

 - • Aguas Grises provenientes del mezclado de concreto

Desechos sólidos.

Los desechos orgánicos biodegradables serán utilizados para compostaje, que serán usados para mejoramiento de los suelos en los sitios en los cuales se produjo afectaciones por las actividades del proyecto y que posteriormente van a ser remediados.

Los desechos, tales como: envases y recipientes usados, serán separados para su reciclaje o enviados a la disposición final, que será realizada mediante el servicio de limpia del H. Ayuntamiento de Xochitlán de Vicente Suárez.

Los residuos se separarán en orgánicos e inorgánicos, siendo el tratamiento de los primeros el compostaje en un sitio central del proyecto dónde será instalado un vivero para la reproducción de las especies forestales nativas. Los residuos inorgánicos se separarán para permitir su adecuada

disposición final, o en su caso el reciclaje.

Deberán existir contenedores perfectamente bien identificados en cada frente de trabajo, y estos deberán estar colocados sobre un piso preparado para impedir la filtración de posibles lixiviados. Todos los contenedores deberán mantenerse limpios, en buenas condiciones, y si estos son metálicos, deberán estar protegidos de la corrosión por agua. Así mismo todos los contenedores deberán estar tapados en todo momento.

No deberán quemarse desechos sólidos a cielo abierto y en los contenedores.

Las actividades de almacenamiento temporal, recolección, transporte y destino final de los desechos sólidos normales o no peligrosos, deberán ser realizadas por personal autorizado.

El uso de equipo de seguridad, es obligatorio para los trabajadores involucrados en las actividades de manejo de los desechos sólidos. Entre los equipos de seguridad se encuentran guantes, mascarillas, cascos y botas con puntas de acero.

Los desechos de construcción - materiales inertes - se depositarán provisionalmente en sitios de disposición específicos denominados bancos de tiro. Estos desechos en general no requerirán de tratamiento previo a su disposición final.

Desechos líquidos.

En las instalaciones del proyecto se contará con un sistema convenientemente segregado de drenaje, de forma que se realice un tratamiento específico por separado de aguas lluvias y de escorrentías, aguas grises y afluentes residuales para garantizar su adecuada disposición.

El sistema de cunetas periféricas alrededor de todos los cortes de taludes, en las casas de máquinas y otras instalaciones, particularmente de aquellas en que se tengan almacenes donde se maneja combustible, como insumo o residuo, conducirán las aguas lluvias contaminadas a trampas de grasas.

Periódicamente se monitoreará el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Toda el agua utilizada para el lavado/limpieza de equipos e instalaciones y otras aguas derivadas de los trabajos, deberá controlarse y manejarse de tal manera que no contamine el suelo o cuerpos de agua que se encuentran con una vecindad ecológica lejana. Se mantendrán registros de los análisis de laboratorio de las aguas que serán descargadas, si es necesario.

Las aguas grises (aguas grasosas y jabonosas, inclusive las aguas servidas del lavado de equipos, maquinaria y vehículos), serán conducidas por tubería a un separador que por medio de procesos físicos de sedimentación, flotación y retención, se logre la separación de material sólido. El separador es una unidad conformada por un captador y un sedimentador. Los productos finales que se obtienen después de la separación son: sólidos tales como: celulosas, grasas y humus. Estos productos deben ser retirados de manera frecuente utilizando una pala y depositados conjuntamente con los desechos sólidos y posteriormente debería coordinar con el Ayuntamiento de Xochitlán de Vicente Suárez para su disposición final.

Desechos sanitarios.

De acuerdo a las condiciones del terreno, se habilitarán letrinas en todos los frentes de trabajo. Se deberá disponer como mínimo una letrina por cada 15 personas y serán ubicados en lugares estratégicos en el área de trabajo, el sitio de colocación será validado por la empresa de manejo ambiental contratada.

Las letrinas serán cubiertas periódicamente con una capa de tierra y cal que se tomara del material acumulado de las excavaciones hechas para la construcción de la letrina. Al finalizar las operaciones, se volverá a

rellenar la letrina con cal y luego se la cubrirá con la tierra excavada. Se debe realizar un control periódico de vectores (moscas). Estas fosas, serán ubicadas con respecto al patrón predominante de los vientos. La ilustración siguiente presenta un esquema de construcción a seguir.

En el caso de las casas de máquinas, se construirá un sistema séptico de descomposición anaerobia, debido a que el sistema requiere presencia de personal las 24 horas del día. La construcción será con un sistema de fosas sépticas de cámara en serie y un campo de infiltración, en vista que el personal que labore en la etapa operativa será menor a 8 personas. El sistema séptico estará ubicado a una distancia mínima de 50 metros de la extensión de agua más cercana.

El sistema que se propone consiste en un proceso biológico prolongado, técnica idónea tanto para el rendimiento óptimo que se consigue en el grado de depuración como la simplicidad de su funcionamiento. El sistema propuesto se encuentra conformado por tres partes fundamentales: trampa de grasas, fosa séptica de cámaras en serie y campo de infiltración.

Cada sistema funciona generalmente para un máximo de 8 personas. En el caso que aumente el número de personal, especialmente en etapas de mantenimiento y por lo tanto supere la capacidad de tratamiento de los sistemas antes indicados, la persona encargada del componente ambiental, analizara posibles alternativas de tratamiento para evitar el

colapso del sistema y por lo tanto una contaminación ambiental. Para tal actividad se llevará a cabo un registro justificando las medias empleadas.

Programa de manejo de residuos peligrosos.

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y su reglamento; todas las medidas descritas deberán ejecutarse en apego a la legislación mencionada. La empresa deberá darse de alta como Empresa Generadora de Residuos Peligrosos ante la SEMARNAT y deberá contar con todos los elementos documentales exigidos en el reglamento de la LGPGIR.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución de esta actividad es el promovente a través del contratista responsable de la ejecución de la obra. El seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental, estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin. Además, las empresas manejadoras de residuos peligrosos deberán contar con el registro y autorización para tal actividad, emitida por la SEMARNAT; deberán exhibir también la autorización correspondiente para el transporte de materiales peligrosos sobre vías federales de comunicación, emitido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Federal. La gestión integral

de los residuos sólidos dentro del proyecto, es un acto de corresponsabilidad ineludible entre GESA y las empresas contratistas que los generan.

Descripción del programa.

Un residuo peligroso es todo aquel desecho sólido, pastoso, líquido o gaseoso resultante de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contenga algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas o tóxicas que represente un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente.

Los principales residuos peligrosos comúnmente generados en campamentos de construcción son los aceites lubricantes usados, trapos o envases impregnados con aceites o grasas minerales. Estos residuos no deberán ser almacenados o dispuestos en conjunto con los residuos comunes, esto a fin de evitar que materiales designados como desechos normales sean contaminados por la presencia de los residuos peligrosos.

La concienciación del personal es crítica para lograr la separación de residuos. Las estrategias o medidas de tratamiento para los residuos

industriales peligrosos identificados en este estudio se establecen de acuerdo al marco normativo a seguir.

1. Que el artículo 44 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), establece las categorías de generación de residuos peligrosos.
2. Que el artículo 42 del Reglamento de la LGPGIR establece la cantidad de residuos peligrosos generados para determinar la categoría del generador de residuos peligrosos.
3. Que el artículo 43 del Reglamento de la LGPGIR establece el procedimiento de registro para las personas que conforme a la LGPGIR estén obligadas a registrarse como generadores de residuos peligrosos.
4. Que para el registro como generador de residuos peligrosos se requiere la solicitud mediante escrito libre, a través del trámite SEMARNAT-07-017-A "REGISTRO COMO GENERADOR DE RESIDUOS PELIGROSOS" según la inscripción del mismo en el Registro Federal de Trámites de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.
5. Que para la determinación de la categoría de generación de residuos peligrosos se requiere el registro como generador de residuos peligrosos en su modalidad B), a través del trámite SEMARNAT-07-017-B "REGISTRO PARA AUTODETERMINAR LA CATEGORÍA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS" según la inscripción del mismo en el Registro Federal de Trámites de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.
6. Que una vez realizado el trámite SEMARNAT-07-017-A y SEMARNAT-07-

017-B, la empresa promovente del proyecto, obtendrá o modificará su registro como empresa generadora de residuos peligrosos, en alguna categoría considerada de acuerdo al resultado de la autoevaluación realizada.

7. Que la generación de residuos peligrosos deberá registrarse en una bitácora oficial.

8. Que el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos deberá realizarse según las características indicadas en el reglamento de la LGPGIR para los sitios de almacenamiento de residuos peligrosos.

9. Que el confinamiento y tratamiento final deberá realizarlo una empresa debidamente autorizada para tal fin.

Identificación de los residuos peligrosos.

Como primer paso en la gestión de residuos peligrosos, la empresa encargada del manejo ambiental del proyecto, verificará que se realice la separación de los residuos sólidos normales de los residuos sólidos considerados como peligrosos. Esto requerirá la asignación de contenedores diferenciados, cuyo objetivo será facilitar los posteriores tratamientos a que se deberá someter el residuo sólido peligroso previo a su disposición final.

Todos los desechos considerados como peligrosos deberán almacenarse

en recipientes debidamente etiquetados para su fácil identificación y no deberán ser dispuestos en conjunto con aquellos residuos designados como no peligrosos.

Los residuos sólidos peligrosos considerados a ser generados en el proyecto son los siguientes:

- Aceites usados
- Grasas
- Aditivos
- Solventes
- Pinturas
- Recipientes que hayan contenido algún producto de los enlistados arriba.
- Materiales impregnados con alguno de los productos anteriores (incluyendo el suelo que haya sufrido algún derrame).
- Baterías de auto o desechables de linternas y aparatos.
- Refacciones usadas.
- En general todos los productos de mantenimiento de maquinaria y equipos.
- Explosivos (se sujetarán a un programa específico).

- Otros no considerados que cumplan alguna de las características CRETIB.

Almacenamiento de Residuos Peligrosos.

Para el almacenamiento de los desechos peligrosos durante la fase de construcción, se deberá disponer de un área destinada al acopio de este tipo de desecho. Las áreas de almacenamiento temporal deberán cumplir con lo establecido en el reglamento de la LGPGIR y reunir como mínimo los siguientes requisitos:

- Estar separadas de áreas bajas, inundables.
- Estar alejadas de las zonas de tránsito de animales.
- Deberán ser techadas y debidamente señalizadas.
- Estar ubicadas sobre una superficie impermeable.
- Estar señalizadas adecuadamente y alejadas de talleres de soldadura o electromecánicos.
- Los recipientes que se utilicen (tambos, contenedores plásticos, etc.) se colocarán sobre paletas de madera, y deberán poseer tapa, y estar debidamente rotulados.

Control de Residuos.

Adicionalmente, dentro de los principios de operación del campamento, se deberá llevar un control diario, concentrado semanal y registro mensual de la generación de los desechos peligrosos, el que deberá estar disponible en todo momento para propósitos de control, evaluaciones y de auditoría ambiental. Este control debe incluir al menos la siguiente información requerida en el Reglamento de la LGPGIR.

Todos los controles y bitácoras deberán contar con la firma de responsabilidad y sesión de la misma en los siguientes puntos de control:

- Generación y almacenamiento temporal en el frente de trabajo
- Traslado al almacén general
- Almacenamiento temporal en el almacén general
- Transporte para confinamiento final
- Manifiesto de manejo de residuos peligrosos emitido por la empresa autorizada.

Consideraciones restrictivas sobre la generación y manejo de los residuos peligrosos en los frentes de trabajo.

El principal residuo lo constituyen los aceites desechados de lubricación de maquinarias y automotores. Cada frente de trabajo deberá comprender de instalaciones para el mantenimiento de equipo pesado, y por tanto, se espera la generación de este tipo de residuo.

Los aceites desechados y residuos aceitosos en general, deberán ser dispuestos con un gestor autorizado para el manejo de este tipo de residuos.

De ninguna manera se realizará el vertido de aceites lubricantes usados hacia canales de aguas de lluvia, quebradas, cajas de inspección, o sobre el suelo, tal como lo establece la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, para los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Las áreas en donde se almacenen los desechos aceitosos, en espera de su disposición final, deberán cumplir además con las debidas señales de precaución necesarias:

- Uso de plataformas o pallets de madera para la colocación de este tipo de residuos.
- Apilamiento de productos químicos, de acuerdo a su compatibilidad.
- Uso de etiquetas para la identificación del contenido de cada uno de los envases almacenados.

Programa de manejo de descargas líquidas proveniente de la construcción de obras.

El manejo de las aguas residuales deberá garantizar un afluente final que cumpla con los parámetros mínimos establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996. El manejo de las aguas residuales además de comprender el tratamiento del efluente, incluye la aplicación de medidas y procedimientos que permitan la reducción, reúso y reciclaje de las mismas.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución de esta actividad es la promotora, a través del contratista responsable; el seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin. Los análisis de laboratorio requeridos deberán ser realizados por un servicio registrado ante la EMA.

Descripción del programa.

El programa está orientado a la limpieza del agua utilizada en cualquier

proceso antes de ser vertida sobre el sistema de escorrentías superficiales que tributan en la microcuenca del SAR. Se consideran las siguientes actividades relevantes:

1. En los sitios del proyecto donde existan drenajes naturales, se minimizará el tiempo de construcción para reducir los impactos sobre la calidad del agua.
2. En los sitios donde existan escurrimientos permanentes o drenajes naturales que se requiera cruzar, estos deberán ser cuidadosamente invadidos para la colocación de un tubo de lámina galvanizada de un diámetro suficiente para la permitir el paso del caudal y soportar el peso del revestimiento.
3. Una vez terminada la construcción se retirará el tubo instalado, cuidando de no verter el producto del revestimiento colocado, y se restaurará el cauce a su estado original.
4. No se permitirá el vertido de ningún tipo de desechos en los cuerpos de agua, ni la limpieza o lavado de vehículos o equipo en sitios que no hayan sido preparados para tal fin.
5. Se prohibirá la invasión de cauces de agua con material de las excavaciones de los terraplenes y cortes del terreno, así como de rezaga del material de excavación.
6. Para evitar el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua, se establecerán obras temporales en los frentes de trabajo que lo requieran, que intercepten los sedimentos antes de que lleguen a los cauces.

7. Se construirán trincheras de retención de sedimentos y zanjas de desvío temporales para la captación y limpieza del agua pluvial.
8. Se habilitará la zona riparia en el sitio del embalse y en el sitio del canal de desfogue.
9. Para los drenajes, el líquido residual se verterá inicialmente en una trampa de grasas, y posteriormente en un desarenador/sedimentador diseñados para tratar al menos un caudal den 15 pulgadas. Solamente se verterá el agua hacia los drenajes naturales del terreno cuando el agua adquiera una apariencia cristalina.
10. Se realizará el monitoreo trimestral de los cuerpos de agua en los sitios de trabajo, en particular del sitio de vertido de cualquier tipo de drenaje, para que se observe que el agua afectada mantiene los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.
11. Se utilizará para la construcción, especialmente el mezclado de morteros, sólo el agua necesaria para tal fin, misma que se tomará de los cuerpos de agua presentes.
12. El sistema de toma de agua para uso de la construcción, no deberá estar impregnado de residuos de grasas o aceites.

Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.

La erosión es la pérdida de la capa orgánica del suelo, la cual es indispensable para proveer los nutrientes a las plantas. En ocasiones, por

problemas de manejo de aguas de escorrentía en taludes (positivos o negativos), o en laderas, puede ocasionar la inestabilidad de grandes masas de tierra, que por gravedad se desprenden en un fenómeno conocido como remoción de masas. Además del elemento agua, existen otros fenómenos que afectan la estabilidad de los taludes tales como: viento, excesiva sequedad, y los procesos erosivos naturales.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución de esta actividad es la promovente del proyecto, a través del contratista responsable de la protección del suelo y la prevención de la erosión del mismo. El seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin Descripción del programa.

El presente PSCA ha considerado la inclusión de medidas dirigidas a reducir o evitar la presencia de problemas erosivos, tanto para la fase de construcción como en la de operación del proyecto. A continuación se establecen dichas medidas.

Protección de las Condiciones naturales y el suelo

El presente conjunto de medidas se ha establecido a fin de minimizar la afectación del área de emplazamiento del proyecto y sus inmediaciones. Estas medidas consideran técnicas para prevenir la erosión del suelo, sea protegiéndolo físicamente, readecuándolo, o en otro caso, limitando la acción erosiva de las aguas lluvias o de escorrentía. Las medidas de prevención se han establecido en el presente plan, a fin de viabilizar su aplicabilidad al proyecto de construcción del Proyecto.

Complementariamente, de requerirse actividades en varios frentes de trabajo dentro de una misma fase o etapa, se considerará la ejecución de dichas actividades en varias sub-fases. Esto con el propósito de evitar la exposición del suelo y de materiales de construcción a la acción erosiva del agua lluvia.

Una vez que se den por concluidas las actividades en un determinado frente de trabajo (obra concluida), sea en las etapas principales o en las sub-etapas de desarrollo del proyecto, se procurará estabilizar el suelo inmediatamente, esto a fin de evitar la exposición de las superficies a las escorrentías de aguas lluvias.

El cronograma de construcción debe ser definido tempranamente en las primeras fases del proyecto, para minimizar la perturbación del suelo durante las épocas lluviosa y seca, mientras dure la fase de construcción.

Para la época lluviosa, el cronograma deberá incluir a nivel de detalle, la implementación y el desarrollo de:

- Buenas prácticas para la estabilización temporal del suelo.
- Buenas prácticas para el control temporal de sedimentos.
- Seguimiento y control de las buenas prácticas.
- Buenas prácticas para el control de la erosión.
- Buenas prácticas para el manejo de desechos y sustancias peligrosas.

Las buenas prácticas para la estabilización del suelo y la prevención de la erosión están definidas por las siguientes actividades:

- Estabilizar las áreas no activas, dentro de un periodo de 14 días contados a partir del cese de las actividades perturbadoras del suelo, o un día antes de que se produzcan precipitaciones pluviales, cualquiera de las dos que ocurra primero.
- Estar preparado todo el año para desplegar las actividades de estabilización y control de la sedimentación. La erosión puede ocurrir durante la época seca debido a lluvias fuera de temporada, viento y el paso de vehículos.
- Incorporar actividades de siembra y revegetación de las laderas a medida que el trabajo avanza.
- Considerar el cronograma planificado al momento de establecer vegetación permanente (tiempos apropiados de plantación para vegetación específica).

Para facilitar esta práctica, se delimitará el sitio con una cinta o malla de construcción temporal previo a que se dé comienzo a las actividades de limpieza, el arranque de operaciones u otras actividades perturbadoras del suelo, en las zonas donde no está prevista que se realicen actividades de construcción, o en los casos que la construcción se llevará a cabo en una fecha posterior.

Control de la vegetación.

Las actividades de prevención de la erosión durante el desmonte son las siguientes:

- La preservación de la vegetación existente se debe realizar previa a las operaciones de limpieza y arranque, u otras actividades perturbadoras del suelo, en las áreas identificadas en el presente plan como áreas a ser conservadas, especialmente en las áreas designadas como ambientalmente sensibles.
- Delimitar las áreas a ser preservadas con una valla temporal, fabricada de polipropileno de color naranja que se encuentre estabilizado contra la luz ultravioleta. La valla debe ser al menos de 1 metro de ancho, provista con aberturas no mayores a 50 x 50 mm.
- Los postes de la valla deben ser de madera o metal. El espaciamiento de los postes y la profundidad de los mismos, deberá ser la adecuada para apoyar completamente la valla en posición vertical.

- Minimizar las zonas alteradas con la implementación de caminos temporales, para evitar encontrarse con árboles y arbustos existentes, y seguir los contornos para reducir los cortes de terreno y rellenos.
- Considerar el impacto de los cambios de pendiente, a la vegetación existente y la zona de la raíz.
- Los materiales de construcción, el almacenamiento de equipos y las áreas de estacionamiento, deberán ser colocadas donde no causen compactación de las raíces.
- Mantener los equipos lejos de los árboles para prevenir daños en las raíces y los troncos.
- Mantener los sistemas de irrigación existentes.
- Las zanjas se deberán encontrar lo más lejos posible de troncos de árboles, usualmente fuera del dosel.
- Las raíces de los arboles no deben dejarse expuestas; éstas deben ser cubiertas con tierra lo más pronto posible, protegidas y mantenerlas húmedas con una estopa húmeda.
- Los extremos de raíces dañadas deben ser eliminados con un corte liso.
- Remover sólo los arboles presentes en las superficies de las obras, y sólo los que sea necesario eliminar.
- Procurar el trasplante de los árboles antes del derribo.
- Después de que todo el trabajo haya sido completado, las vallas y

barreras deberán ser removidas al final. Eso es porque algunos árboles pueden ser destruidos debido a la falta de cuidado durante la limpieza final.

Control del flujo de aguas pluviales.

Esta medida se refiere a controlar tanto la velocidad como el caudal del flujo de aguas de lluvia, provenientes de áreas aledañas a la zona donde se implantaran las obras. Esto es, la medida trata de prevenir el ingreso de aguas de lluvia hacia el interior del perímetro de la obra, y por ende el consecuente efecto erosivo.

El control de flujos aquí propuesto, se enfoca en la prevención del acceso adicional de aguas de lluvia debido a pendientes o desniveles localizados en las proximidades de los sitios mencionados. Básicamente, dicho control consistirá en la adecuación de canales provisionales laterales para el desvío del torrente de dichas aguas hacia afuera del área de construcción.

Esta medida deberá implantarse en función de la información topográfica del área, de manera que según la pendiente del terreno y los patrones de flujo esperados de las aguas de escorrentía, éstas pueden ser captadas y desviadas del área de construcción. Esto es, los canales deberán ser implantados en las cotas bajas del terreno (colindante con el área de construcción), y al mismo tiempo deberán tener la pendiente necesaria para favorecer el desalojo de las aguas, sin provocar su estancamiento.

Estabilización de suelos.

En general, la fase de construcción deberá considerar la inclusión de medidas dirigidas hacia la estabilización de suelos, en aquellas áreas en las que éste se encuentre expuesto a procesos erosivos.

La estabilización de suelos propuesta en el presente plan, se refiere a dotar al terreno de características tales que prevengan los efectos erosivos de las aguas de lluvia. Dicha estabilización deberá ser implantada una vez que los trabajos de construcción hayan cesado, sea temporal o permanentemente.

Se presentan dos posibles opciones: la primera, implantar sistemas de estabilización de carácter temporal, y la segunda, dotar al terreno de medidas de estabilización permanente. A continuación se especifican las medidas que se recomienda implantar en ambos casos.

Medidas de Estabilización de Uso Temporal

- Colocación de Mantas o Cubiertas.- Este método consiste en la colocación de una cubierta protectora del suelo. No es un fertilizante ni una enmienda, por lo que no debe mezclarse con el suelo. Entre los diferentes tipos de cubiertas se encuentran: el compost parcialmente descompuesto, restos de cortezas, virutas de madera, paja, conchas, hojas, cascarilla de arroz, etc. Su función es la de cubrir el suelo expuesto, para impedir la escorrentía superficial, regular la temperatura del suelo, conservar la humedad y evitar el crecimiento de malas hierbas por falta de luz.

- Aditivos para la Cohesión de Suelos.- Este método consiste en la aplicación y mantenimiento de un estabilizador del suelo para las superficies donde se encuentre el terreno expuesto. Los aditivos para la cohesión del suelo son materiales aplicados a la superficie del suelo para prevenir temporalmente la erosión inducida por el agua de los terrenos expuestos en los sitios de construcción. Estos aditivos además provee estabilización temporal del terreno frente a agentes externos como son el polvo y viento.

Medidas de Estabilización de Uso Permanente

- Sembrado Permanente.- En los proyectos de ingeniería es necesario el manejo ambiental mediante el establecimiento de coberturas vegetales, encargadas de reducir el impacto visual ocasionado por las actividades y conservar la calidad del paisaje de las áreas donde se actúa. La vegetación es la interfase de interacción entre el suelo y la atmósfera, que se evidencia en una serie de efectos hidrológicos y mecánicos y juega un papel importante en el control de los procesos de degradación, como elemento de protección y es vital para la conservación del suelo.

Como parte implícita a esta medida, se deberá colocar mantas o cubiertas sobre las pilas de materiales de construcción proclives a la

erosión, esto para aquellos periodos durante los cuales no se estén llevando a cabo actividades constructivas, y por una u otra razón el material deba permanecer apilado por periodos prolongados de tiempo.

Protección del Acceso a los Drenajes.

Uno de los aspectos que influyen en los procesos erosivos del suelo, es la acumulación de agua sobre el terreno, la cual tiene la capacidad de afectar la contextura del suelo, provocando el posterior desprendimiento de material.

Sea que ésta se tome como una medida preventiva para mitigar la erosión del suelo en el área de construcción, o bien sea que se tome como una medida preventiva a fin de mantener los cauces naturales del agua y evitar la presencia de áreas inundadas, se deberá prestar especial atención al mantenimiento adecuado de los puntos de drenaje (naturales o artificiales) de aguas lluvias.

Como parte de la presente medida, el administrador de la obra deberá seguir las siguientes acciones:

Implantar un programa de mantenimiento a los canales y puntos de drenaje para aguas lluvias.- a partir de la información topográfica del proyecto, se identificarán las pendientes del terreno y los posibles sitios de

evacuación natural de aguas de escorrentía. Tanto para los canales naturales de drenaje identificados como para los sitios de descarga, se realizará el mantenimiento periódico de dichas áreas, el cual consistirá básicamente en actividades de limpieza, esto es el retiro de desechos que estuvieren obstruyendo el flujo de aguas lluvias.

Evitar el asentamiento de materiales, instalaciones provisionales (áreas de taller y letrinas) o maquinaria sobre los drenajes naturales del área.- Esta actividad está orientada a evitar la obstrucción de los drenajes naturales de agua lluvia, por causas relacionadas con la construcción de la obra. Se deberá evitar instalar equipos y materiales sobre los cauces naturales del agua lluvia de escorrentía. La construcción de instalaciones tales como planta de hormigón, talleres, etc. deberá considerar también este aspecto, de manera que en ningún caso se obstruirá el flujo de las aguas lluvias.

Estabilización de los accesos a los sitios de construcción.

Esta medida tiene por objeto evitar que los camiones cargados con materiales de construcción, promuevan la erosión del suelo y el acarreo de partículas hacia las vías externas a la obra. En este caso, la erosión será ocasionada por la acción del contacto de las ruedas de los vehículos con la capa de rodadura del área de ingreso hacia el sitio de la obra.

Por ello, se requerirá estabilizar aquellas áreas de ingreso/salida, por donde se prevé que transitarán los camiones de carga empleados en la

construcción de las obras. Tal estabilización deberá realizarse a un nivel tal que en las áreas mencionadas (ingreso/salida), se minimice la erosión del suelo mientras dure la fase de construcción del proyecto (p.ej. pavimentación, asfaltado, colocación de grava de alta resistencia, entre otras).

Especificaciones:

- Limitar los puntos de entrada/salida al sitio de construcción.
- Limitar la velocidad de los vehículos para controlar el polvo.
- Implementar pendientes adecuadas en cada entrada/salida para prevenir que las aguas de escorrentía salgan del sitio de construcción.
- Instalar un sistema de retención de sedimentos en los canales de aguas de escorrentía ubicados en las entradas/salidas.
- La selección del tipo de estabilizador de las vías de acceso (asfalto, concreto, etc.) está en función de la longevidad y rendimiento requeridos, y las condiciones del sitio.
- Se debe controlar que todos los trabajadores, contratistas y proveedores utilicen las vías de acceso estabilizadas.

Protección de Taludes.

La construcción de ciertas obras de infraestructura del Proyecto, podría incrementar el riesgo de erosión del suelo debido a la inestabilidad de taludes por movimientos de tierra – cortes y rellenos-, y a efectos erosivos por acción del viento o escorrentías. Ejemplos de taludes que requerirán particular atención son los cortes de terreno para los caminos de acceso a las obras, o los taludes para canteras de material de préstamo.

Las medidas técnicas consideradas para la prevención de la erosión de taludes por efectos de la lluvia, incluyen las siguientes:

- Correctas Prácticas de Construcción
- Estabilizadores Mecánicos
- Estabilizadores Biológicos

Tal como se definió en el programa número II del PSCA

Control de la Erosión Producida por el viento.

El control de la erosión producida por el viento consiste en la aplicación de agua y/o paliativos del polvo, como sea necesario para prevenir o mitigar la erosión producida por la fuerza del viento. El cubrimiento de las pilas de acopio de materiales o pequeñas zonas, es una alternativa a la aplicación

de agua o los paliativos para el polvo.

Esta práctica puede ser implementada en todas las superficies de terrenos expuestas a la erosión producto del viento. La efectividad de esta práctica depende de las condiciones del suelo, la temperatura, humedad y velocidad del viento.

Especificaciones:

- El agua debe ser aplicada a través de distribuidores a presión o líneas de tuberías equipadas con sistemas de spray, o mangueras y boquillas que aseguren una distribución uniforme.
- Todos los equipos de distribución deberán estar equipados con un efectivo sistema de cierre.
- A menos que el agua sea aplicada a través de tuberías, mínimo una unidad móvil deberá encontrarse disponible permanentemente para aplicar agua o paliativos de polvo durante el proyecto.
- Los materiales aplicados como estabilizadores de suelo temporales y aditivos para la cohesión del suelo, también proveerían efectos positivos para el control de la erosión producto del viento.

Aspectos generales y actividades especiales de protección del suelo.

Posterior al derribo de la vegetación, la conservación y producción de suelo orgánico es un objetivo del desarrollo de la política ambiental que se implementará con el PSCA. Las medida de mitigación de suelos están asociadas directamente a la ejecución de las medidas de mitigación sobre la geomorfología.

Las actividades de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto son las siguientes:

1. Inmediatamente después de la remoción de la vegetación natural de los sitios de construcción, el suelo deberá ser removido hasta en un espesor de corte de 50 cm, en toda la superficie afectada delimitada para cada frente de trabajo, excepto dentro del derecho de vía de las tuberías de presión y las líneas de transmisión. En los sitios exentos de la remoción total de la vegetación y el suelo, este último solo se removerá en los sitios en que sea necesario realizar maniobras que requieran más espacio de lo utilizado por los desplantes de la cimentación, y las actividades se realizarán de manera manual.
2. El suelo removido se transportará en camiones de acarreo hacia un sitio de almacén.
3. Una vez depositado el suelo en el sitio de almacén, éste será cubierto y protegido de cualquier efecto erosivo.
4. El suelo permanecerá en almacén hasta que sea necesaria su incorporación para labores de restauración o de estabilización de taludes que empleen trincheras.

5. El suelo adyacente a los cortes y desmontes se protegerá con una trinchera vegetal.
6. El suelo adyacente a las cunetas de los taludes también deberá ser delimitado con la instalación de una trinchera a lo largo de la cuneta.
7. Adicionalmente, se evitará en todos los frentes la modificación de los cortes más allá del límite de las obras.
8. El suelo no vegetal que se utilice como piso del sitio de las obras en cada uno de los frentes de trabajo, no deberá sufrir contaminación de ningún tipo.
9. Los sitios donde se coloque maquinaria y equipo que requiera su permanencia durante la construcción de las obras, así como de los sitios de talleres y almacenes, deberán estar debidamente impermeabilizados con una geomembrana, y sobre ella una placa de concreto.
10. Se deberá cumplir con el plan de manejo de residuos peligrosos, así como el programa de orden y limpieza en los sitios de trabajo, con el procedimiento de remediación en caso de derrames accidentales sobre el suelo/piso del frente de trabajo.
11. En los frentes de trabajo se realizará la nivelación del suelo/piso, manteniendo una pendiente constante para evitar encharcamientos que incrementen el riesgo de contaminación por derrames de grasas o aceites.

Programa de manejo de flora y fauna

Debido a que las principales obras de infraestructura y operación del Proyecto, interceptan con zonas boscosas, en este PSCA informe se presentan los lineamientos a seguir para el manejo de estos ecosistemas en sus diferentes etapas del proyecto.

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución de esta actividad es la promovente del proyecto, a través del contratista responsable del manejo de los factores bióticos de los ecosistemas presentes en el SAR. El seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin.

Descripción del programa.

El presente Programa de Manejo está orientado a mitigar y compensar los impactos negativos a producirse en las fases de construcción y llenado del Proyecto. Para esto se describen las medidas generales para el manejo de la flora y fauna presente en el área de construcción del proyecto.

- Debido a los plazos requeridos de ejecución del programa, así como al alcance de los trabajos necesarios, éste deberá iniciarse previo a la construcción del proyecto, ejecutándose a medida que progresa la obra, manteniéndose algunas medidas durante la etapa de operación. La ejecución del programa de manejo de flora será realizada por un grupo de especialistas. El programa se enmarcará en un periodo que variará entre 5 y 6 años aproximadamente, que es el tiempo que requerirá la construcción del proyecto y el llenado del embalse. En la fase de operación, se realizará el monitoreo y mantenimiento de las áreas naturales seleccionadas.

- Manejo de Flora

- Previo a la construcción del embalse y del resto del proyecto, se requiere planificar el manejo de áreas destinadas a la conservación de los ecosistemas.

- El programa de manejo de flora tiene los siguientes objetivos:

- ✓ Proteger los márgenes del embalse y sus efluentes, evitando o mitigando la erosión y el excesivo ingreso de sedimentos hacia el río, lo cual afecta la calidad del agua y la operación del embalse aguas abajo.
- ✓ Actuar como sumidero de agua, por las funciones que cumplen las copas y raíces de los árboles, evitando la pérdida de agua por evaporación directa y manteniendo la humedad y nivel freático de los suelos.
- ✓ Ofrecer área de refugio, a fin de rescatar, recuperar y conservar

parte de la flora y fauna locales.

- ✓ Protección de los Márgenes del Río en las Áreas de Influencia Directa.
- ✓ Ejecución de un inventario y catálogo de plantas existentes en la zona.
- ✓ Determinar los requerimientos específicos para realizar la recuperación de estas especies.
- ✓ Recuperar las especies nativas, considerando las recomendaciones del estudio de impacto ambiental. La recuperación incluirá actividades de reforestación en las zonas críticas y de mantenimiento en general (riego, extracción de malezas, etc.) en otras zonas. Se recomienda la participación de la comunidad local en este proceso e iniciar las actividades en las etapas tempranas de la construcción del Proyecto, debido al tiempo que tomaría el crecimiento de las especies.

Revegetación de Márgenes en la obra de toma y aguas arriba hasta el nivel del NAME.

Una vez concluida la obra, y en las zonas donde se hayan producido movimientos de tierras, se restaurará la cubierta vegetal extraída inicialmente para que la fauna que la emplease pueda disponer de ella nuevamente.

La revegetación llevada a cabo en la periferia de los terrenos ocupados por el embalse, ha de hacerse con semillas de especies vegetales adaptadas a las condiciones de humedad variables provocadas por la fluctuación del nivel del embalse, pero intentando seleccionar especies autóctonas; una intensa cobertura arbórea o arbustiva y la formación de pozas son medidas que contribuyen a paliar la desaparición del refugio que constituía dicha vegetación para los individuos de mayor tamaño de la fauna.

Este trabajo debe realizarse previo y durante el llenado del embalse. En la fase de operación se deberá realizar un manejo y vigilancia permanente, monitoreando el desarrollo adecuado de las especies.

Márgenes de obras de toma (sobre la cota máxima de operación - NAMO).

La reforestación de los márgenes del embalse implicará la reforestación de un cinturón marginal de 100 metros de ancho alrededor de la franja de seguridad del embalse (a partir del NAMO). La zona reforestada se maneja como Área de Conservación.

Las especies a utilizar en la reforestación del cinturón marginal han sido

identificadas en la descripción del Sistema Ambiental Regional de la MIA regional del proyecto, así como otras sujetas a investigación posterior. Las plántulas y/o esquejes de estas especies podrían ser obtenidos del vivero a construir.

Margen Interno de la obra de toma

Se deberá efectuar la revegetación del margen interno de cada embalse con especies apropiadas para taludes y tolerantes a niveles significativos de humedad dada la presencia de los embalse. Uno de generos recomendados es Bursera, es que se podría utilizar en la porción interna de las márgenes, es decir al contacto con el agua del rio.

Gestión Aguas Abajo de la obra de toma

La realización de un inventario o diagnostico florístico lo largo del Rio Apulco aguas abajo de la obra de toma, es necesaria para prevenir los impactos de la descargas durante la operación. El objetivo de este subprograma será:

- • Identificar la flora nativa aguas abajo y sus efectos ante el stress hídrico que sufrirían con el represamiento del río.

- • Determinar qué especies deberían ser rescatadas o reubicadas.

Este estudio debe realizarse durante el llenado del embalse y deberá estar concluido con bastante anticipación al inicio de la operación, a manera de rescatar o reubicar las especies más valiosas.

Manejo de Fauna

Los trabajos preliminares, limpieza y nivelación del terreno seguramente ahuyentarán a las aves y mamíferos, quienes buscaran refugio en otros lugares, lo cual puede alterar actividades de cortejo, territorialidad y eventualmente podrían destruirse nidos, madrigueras u otros elementos del ciclo normal de vida de animales en el sitio del proyecto.

En este sentido se recomienda capacitar al personal que intervenga durante la construcción de la obra, para evitar totalmente las acciones que persigan, capturen, ahuyenten o maten especies de la fauna nativa del lugar.

Igualmente se deberá asegurar que tanto el tratamiento de desechos sólidos, principalmente orgánicos como de las aguas servidas, se haga de

forma que no sea al aire libre, para evitar así el contacto de las aves e insectos con estos desechos.

Las medidas para el rescate, manejo y control de la fauna se implementarán durante la fase de construcción del proyecto y extendidas a la fase de operación.

Consideraciones generales para la manipulación de fauna silvestre.

Al trabajar con animales exóticos o no domésticos, es siempre aconsejable utilizar guantes de látex y una máscara de cirugía para protegerse de zoonosis y otras enfermedades. Los guantes gruesos de cuero limitaran su destreza y pueden conducirlo inadvertidamente a manipular al animal de una forma brusca, causándole posiblemente heridas al animal. Como con cualquier animal, una manipulación cuidadosa reducirá en un alto porcentaje el riesgo de ser mordido.

Micromamíferos

Los micromamíferos son todos aquellos considerados como roedores y demás, por lo que se recomienda sostenerles suavemente la base de la

cola con una mano y con la otra sostenga rápidamente el cuerpo del animal.

Mesomamíferos

Se consideran mesomamíferos a todos aquellos que son de mediano tamaño como los guantes, guatusas, cabeza de mate, raposas y demás animales de similar tamaño. Para manipular a estos se recomienda trabajar rápidamente para evitar ser mordido. Tome suavemente al animal por la cola con una mano para evitar sus peligrosos dientes y con la otra mano coloque una toalla sobre su lomo. Utilice ambas manos para sostener las patas y luego envuelva al animal como un rollo, dejando únicamente expuesta la cabeza.

Reptiles y Lagartijas

Levante una lagartija o salamandra con una mano como si estuviera levantando un lápiz que se encuentra encima de una mesa, luego asegure el animal colocando el pulgar detrás o al lado de la cabeza del animal. Utilice su dedo índice para sostener el cuello del animal desde abajo mientras sostiene su torso con la punta de sus dedos.

Reptiles grandes

Como con las lagartijas, usted deberá levantar cuidadosamente el animal (Quizás usted deseará comenzar por arrojar una toalla sobre los lagartos más peligrosos, especialmente los monitores, para contenerlos y protegerse de ellos). Sostenga la cabeza y el cuello del animal con una mano mientras levanta el torso con la otra. Casi como si estuviera sosteniendo una guitarra. Asegure la cola del animal para evitar que la mueva.

Serpientes no venenosas

Levante una serpiente colocando una mano detrás de la cabeza del animal mientras utiliza la otra para acunar el cuerpo. Saque suavemente al animal de su encierro, permitiéndole enrollarse y apoyarse sobre su brazo. Las serpientes constrictoras demasiado grandes pueden requerir de dos o incluso tres manipulantes. Al manipular serpientes agresivas, podrá ser necesario utilizar una toalla para cegar temporalmente al animal al momento de acercársele y evitar movimientos de ataque.

Serpientes venenosas.

La manera de coger una serpiente es por la cabeza, en la cual, la utilización de un gancho (u otro tipo de herramienta hecha para tal efecto) es necesaria para llevar a cabo dicha acción. Una vez que tengamos a nuestra serpiente situaremos el “gancho” en la parte trasera de su cabeza, apretando de manera contundente y con “fuerza” para

que tengamos la certeza de que el animal no se podrá quitar de esa presión y volverse contra nosotros y sin dejar de prestar atención al animal. Una vez la tengamos controlada, desplazaremos en gancho hacia la parte delantera de la cabeza situando nuestra mano encima de la parte anterior de su cabeza en forma de pinza, dejando el dedo índice encima de la misma para hacer presión encima de sus mandíbulas para que no las pueda abrir.

Esta práctica se debe realizar de manera extraordinaria, ya que el mínimo error podría resultar fatal.

Una vez que tenemos a nuestra serpiente bien asegurada, la guardamos en fundas de tela o saquillos de yute para ser transportada hacia el sitio de reubicación. La funda o el saquillo deben ser de tamaño suficiente para contener al reptil. Una vez guardado el reptil en la funda, no se la debe manipular por el fondo o los costados; solo por el nudo en la parte superior de la funda.

Forma de confinamiento y manipulación de las serpientes venenosas.

Para el manejo, captura y manipulación de las serpientes venenosas se puede emplear lo siguiente:

- • Ganchos. En cuanto a los ganchos encontramos de diferentes medidas, anchuras y regulables, lo cuales debemos utilizar en función de la especie (y el individuo), teniendo en cuenta su tamaño y peso.
- • Pinzas o gancho pinza. Nos permiten agarrar a la serpiente, dándonos algo más de seguridad que los ganchos.
- • Pinzas mecánicas. Existen algunos tipos de pinzas mecánicas (de gatillo), pueden ser peligrosas a la mano de un principiante, por que tienden a causar dolor incluso dañar a la serpiente; si se coge incorrectamente una serpiente dañada, molestada o dolorida, es mucho más propensa a morder, agitarse y luchar, así que no es aconsejable que el apretón sea exageradamente fuerte.

Programa de seguridad, salud, e higiene

Responsable de la ejecución, seguimiento y monitoreo.

El responsable de la ejecución de esta actividad es la promotora del proyecto, a través del contratista responsable del manejo de los aspectos de seguridad industrial. El seguimiento y monitoreo del cumplimiento de esta medida ambiental estará a cargo de la empresa especializada en manejo ambiental contratada para tal fin.

Descripción del programa.

Como se mencionó previamente, la exposición a cualquier riesgo suele ser intermitente y de corta duración, pero es probable que se repita. La gravedad de cada riesgo depende de la concentración y duración de la exposición para un determinado trabajo.

A continuación se presentan lineamientos generales para el control y minimización de ocurrencia de los potenciales incidentes a los que los trabajadores se encuentran expuestos.

Control de los Riesgos Laborales

La medición y evaluación de la exposición a los riesgos laborales requiere tener en cuenta el modo peculiar en que se produce la exposición de estos trabajadores. Las mediciones y los límites de exposición en la higiene industrial convencional se basan en promedios de jornadas de 8 horas. Pero dado que las exposiciones en la construcción son habitualmente breves, intermitentes, variadas pero de probable repetición, tal tipo de mediciones y límites de exposición no son tan útiles. La medición de la exposición puede basarse en tareas mejor que en turnos de trabajo. De acuerdo con este enfoque, se pueden identificar tareas distintas y los riesgos característicos de cada una de ellas. Una tarea es una actividad limitada, como la soldadura, la pintura, la instalación de fontanería, etc. Si

las exposiciones se caracterizan por tareas, deberá ser posible desarrollar un perfil de exposición para un trabajador individual, con conocimiento de las tareas que realicen o que se realicen tan próximas a él que puedan provocar una exposición. A medida que aumenta el conocimiento de la exposición basada en las tareas, es posible desarrollar controles basados en las mismas.

La exposición varía con la concentración del riesgo y la frecuencia y duración de la tarea. Como enfoque general del control de riesgos, es posible reducir la exposición reduciendo la concentración o la duración o frecuencia de la tarea. Dado que la exposición en la construcción es intermitente de por sí, los controles administrativos que se basan en reducir la frecuencia o la duración de la exposición son menos prácticos que en otras industrias. Por consiguiente, la manera más eficaz de reducir la exposición consiste en reducir la concentración de riesgos. Otros aspectos importantes del control de la exposición incluyen la disponibilidad de instalaciones sanitarias y de comedor, y la educación y formación.

Revitalización en la Construcción

- • El responsable de Higiene y Seguridad debe indicar los sitios a señalar y las características de la señalización a colocar, según las particularidades de la obra.
- • Estos sistemas de señalización (carteles, vallas, balizas, cadenas,

sirenas, tarjetas, etc.), se deben adecuar según la evolución de los trabajos y sus riesgos emergentes.

- • Las señales visuales deben ser confeccionadas en forma tal que sean fácilmente visibles a distancia y en las condiciones que se pretenden sean observadas.
- • Se deben utilizar leyendas en idioma español, pictogramas, ideogramas, etc., que no ofrezcan dudas en su interpretación y usando colores contrastantes con el fondo.

Equipos y Elementos de Protección Personal

- • Los equipos y elementos de protección personal deberán ser entregados a los trabajadores y utilizados obligatoriamente por éstos, mientras dure la ejecución de los trabajos en el sitio de obras. Los trabajadores deben haber sido previamente capacitados y entrenados en el uso y conservación de dichos equipos y elementos.
- • Los trabajadores deberán utilizar los equipos y elementos de protección personal, de acuerdo al tipo de tarea que deban realizar, y a los riesgos emergentes de la misma. Evitar la utilización de elementos y accesorios (pulseras, cadenas, corbatas, etc.) que puedan significar un riesgo adicional en la ejecución de las tareas. En su caso, el cabello debe usarse recogido o cubierto.
- • La necesidad de la utilización de equipos y elementos de protección

personal, condiciones de su uso y vida útil, se debe determinar con la participación del responsable de Higiene y Seguridad en lo que se refiere a su área de competencia.

- • Los equipos y elementos de protección personal deben ser de uso individual y no intercambiable cuando razones de higiene y practicidad así lo aconsejen. Los equipos y elementos de protección personal deben ser destruidos al término de su vida útil.
- • Los principales requisitos que los equipos de protección personal deben cumplir se coinciden con los determinados para cualquier actividad industrial.

Fase de llenado del embalse.

Programa de Manejo de la Materia Vegetal Retirada del embalse.

Durante la etapa de llenado del embalse, el tratamiento otorgado al material vegetal retirado deberá respetar la jerarquía de tratamiento de residuos: reducir, reusar y reciclar.

La reducción de la cantidad de material vegetal retirado, para este caso en particular, no es apropiada debido a que el objetivo del desbroce del área del futuro embalse es evitar la descomposición en el sitio de la vegetación inundada. Por esta razón el desbroce, deforestación y

remoción de materia vegetal será maximizada para preservar la calidad del agua del embalse haciendo inviable la reducción.

Entre las opciones de reúso se propone la utilización de la madera y de la materia vegetal, y entre las opciones de reciclaje la elaboración de carbón vegetal y el compostaje de materia vegetal.

Recomendaciones Principales

Considerando el impacto negativo que puede ejercer sobre el agua represada la acumulación de grandes cantidades de biomasa - provocando una alta eutrofización-, se recomienda prioritariamente un aprovechamiento maderero, a partir de:

- • Derribo y troceado de la biomasa de las especies arbóreas presentes en los sitios del embalse.
- • Retirar el resto del material vegetal y reutilizarlo para la estabilización de taludes y la mejora de la zona riparia propuesta para el embalse.

Alternativas para la Disposición de la Materia Vegetal

A continuación se presentan alternativas adicionales para la disposición de la materia vegetal a ser retirada del embalse, las cuales podrán ser analizadas según su factibilidad de implementación.

- • Reúso de Madera y Materia Vegetal. La madera y vegetación retirada deberán en lo posible ser utilizada. En el caso de la madera en buen estado, será procesada para la elaboración de artículos como sillas, mesas, bancos, repisas o utilizarse como material de construcción. Como una segunda opción la madera deberá ser procesada para conseguir un subproducto como carbón vegetal.
- • Compostaje. El compostaje o "composting" es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre materia rápidamente biodegradable (por ejemplo, restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", el cual es un abono/ acondicionador para suelos para restauración. El compost contiene nutrientes y es un acondicionador del suelo que mejora su estructura, ayuda a reducir la erosión y la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada con materiales inertes o peligrosos. Existen diversos tipos de compost de acuerdo al origen de la materia prima.

El material vegetal retirado del embalse estará formado por plantas y residuos de cosechas de diferentes tipos, además de hojas, ramas, pasto,

etc. Este material podría ser compostado en instalaciones provisionales que se ubicarían cercanas a las áreas del embalse.

Deberán seleccionarse los sitios para realizar el compostaje, en función de distancias para no encarecer el transporte. Se prevé que el material producto del compostaje tendría una gran demanda si el producto posee una relación C/N apropiada. Existiría además, demanda en los sitios cercanos a las obras una vez que hayan finalizado y en la reforestación de las áreas seleccionadas alrededor del embalse, cabeceras de ríos, etc. Deberá analizarse la formación de microempresas con la población reasentada para el manejo de esta actividad.

Estabilización de Taludes

La capa vegetal producto del desbroce de terreno donde se implantará el embalse será utilizada para la estabilización de taludes.

Se empleará en la restauración del talud aguas abajo de la obra de toma, de manera que se irá distribuyendo conforme aumente la altura alcanzada por el cuerpo del dique. El objeto de esta práctica es facilitar la recolonización vegetal de terreno, puesto que junto con los restos vegetales dispuestos sobre el talud se encontrará una gran cantidad de

semillas procedentes de las especies vegetales presentes en la zona.

En cualquier caso, la cubierta vegetal de la superficie del área del vaso comprendida entre las cotas correspondientes al NAMO y el nivel de coronación de la obra de toma, no será eliminada.

Programa de Reubicación y Monitoreo de Especies Silvestres.

El Proyecto contempla las actividades de desbroce en el área donde se construirán la obra de toma del proyecto, por lo que se ha previsto que algunas especies de fauna no logren emigrar hacia otros hábitats y tendrán que ser reubicadas en sitios de iguales características a los que habitaban; las mismas que deberán ser reubicadas.

La reubicación de las especies deberá realizarse una vez que las áreas a revegetarse y/o rehabilitarse (áreas de conservación) propuestas en el presente estudio, se encuentren en un estado de desarrollo adecuado para recibir las especies de fauna. El programa de reubicación deberá realizarse de acuerdo los lineamientos establecidos en el programa de manejo de Flora y Fauna.

Posterior a la reinscripción de las especies en las áreas citadas, deberá realizarse un «Programa de Monitoreo» de las especies liberadas para determinar su desarrollo y adaptación a estas nuevas áreas.

Etapas de operación.

Control de la erosión de la microcuenca del embalse.

Luego de los procesos de construcción de las obras del proyecto, el promovente deberá implementar un Programa de Control de Erosión en las zonas aledañas al embalse, considerando que las nuevas condiciones, propias de un embalse, favorecen a procesos erosivos ligados principalmente a:

- • Acción del oleaje en el embalse (exposición a los vientos predominantes).
- • Suelos inestables.
- • Fuertes pendientes.

Objetivos

El Programa de Control de Erosión servirá para efectuar un diagnóstico de la situación de la nueva línea de ribera, evaluará la incidencia de los componentes erosivos, determinará las áreas críticas, la magnitud del proceso erosivo (cm/año), y realizará una proyección del proceso. Además, servirá para desarrollar mapas de sensibilidad erosiva y

desarrollará guías de cada área determinada como crítica.

Actividades

Entre las actividades que se deberán realizar para desarrollar un programa de control de erosión en la microcuenca del embalse se detallan:

- • Recorridos terrestres a lo largo de la ribera.
- • Instalación de postes de delineación del NAMO actual y del NAMO del nuevo embalse.
- • Registros fotográficos estandarizados.
- • Instalación de estacas o marcación de árboles para determinar retroceso de las márgenes (cm/año).

Registros

Se deberán realizar informes o reportes periódicos con fichas estandarizadas, en donde se muestren los datos y conclusiones obtenidos durante cada análisis de los sitios estudiados.

Por otro lado, para llevar registros de posibles cambios de las líneas de ribera y morfología de fondo, será necesario realizar perfiles batimétricos en sitios previamente seleccionados, como puntos de control. Estas mediciones podrán realizarse con una frecuencia de una vez por año, y servirá además para verificar posibles pérdidas de capacidad de almacenamiento de los embalse.

La cartografía geomorfológica, complementada con trabajo de campo y de laboratorio, permite evaluar los riesgos de erosión y deslizamientos en los márgenes. La magnitud del problema es determinada por el ancho y largo de la franja, la altura y pendiente de la misma, la naturaleza y espesor de las formaciones superficiales y sus propiedades mecánicas, y la vegetación existente, así como por las características de las ondas asociadas a los vientos dominantes y a la forma de las riberas.

Se debe recordar que la construcción de la obra de toma interrumpe con la decantación en el embalse, el paso de materia sólida normalmente transportada en suspensión por el río. Esto puede producir un desequilibrio físico en ciertos tramos del río situados aguas abajo de la obra de toma, pues interrumpe la reposición de material removido hidráulicamente por el escurrimiento normal del agua, desestabilizando la sección de equilibrio del río. Por esta razón el programa de control de la erosión deberá incluir los primeros 5 kilómetros de las riberas del Río Apulco aguas abajo de la obra de toma.

Remoción de Sedimentos del embalse

Con el objetivo de prevenir la sedimentación y mantener operativa la capacidad del embalse, se deberán remover de manera periódica los sedimentos acumulados en los mismos. Para establecer una frecuencia de remoción de los sedimentos se deberá ejecutar un estudio de sedimentación y predicción basado en los datos de aforo de sólidos a ser ejecutados como parte del programa de monitoreo del río. Basado en esta información se procederá a programar una frecuencia de remoción de los sedimentos acumulados en el embalse. Adicionalmente, se deberá identificar las opciones para la disposición final del sedimento a ser

Programa de monitoreo ambiental.

El monitoreo ambiental es necesario para controlar los parámetros fisicoquímicos del embalse y de los caudales de generación, para evaluar el comportamiento biológico del embalse, para identificar posibles cambios microclimáticos, y para controlar los fenómenos de desestabilización en las riberas del embalse y en los cauces aguas abajo de la obra de toma. Para este efecto, se debe adquirir los equipos o servicios de monitoreo, establecer los parámetros, sitios y frecuencias de muestreo y publicar informes periódicos sobre el impacto.

El Plan de Monitoreo Ambiental permitirá a la promovente del proyecto, y a la SEMARNAT, verificar de manera sistemática el cumplimiento de los objetivos del PSCA y de las regulaciones ambientales vigentes.

El seguimiento incluirá los compromisos sociales adquiridos a través del PSCA. El Plan de Monitoreo y Seguimiento proporcionará información a los promoventes del proyecto, para actuar de manera oportuna y tomar las acciones correctivas cuando sea necesario.

El plan de monitoreo involucra los siguientes aspectos:

- • Monitoreo y registro de actividades consideradas ambientalmente relevantes, a fin de mostrar cumplimiento con leyes, reglamentos y ordenanzas aplicables.
 - Seguimiento al PSCA para verificar su cumplimiento y efectividad.
 - Coordinación y comunicación con la autoridad ambiental en cuanto a los resultados de monitoreo.

Los parámetros e indicadores que serán vigilados son los siguientes:

1. Precipitaciones pluviales.
2. Volumen de agua almacenada en el embalse.
3. Volumen anual de sedimento que se transportan al embalse.
4. Calidad del agua a la salida de la represa y en algunos puntos a lo

largo del río (como salinidad, pH, conductividad eléctrica, turbiedad, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, fosfatos, nitratos, etc.)

5. Generación de sulfuro de hidrógeno y metano en las represas.
6. Muestreo limnológico de la microflora, microfauna, hierbas acuáticas y organismos bénticos.
7. Evaluaciones de la pesca (especies, poblaciones, etc.) del río y de los reservorios.
8. Fauna (especies, distribución, números)
9. Cambios en la vegetación (cubierta, composición de especies, tasas de crecimiento, biomasa, etc.) de la microcuenca hidrográfica superior, la zona debajo del reservorio y las áreas aguas abajo.
10. Aumento de erosión en la microcuenca.
11. Impactos en las tierras silvestres, las especies, o las comunidades de plantas de especial importancia ambiental.
12. Salud pública y los vectores de las enfermedades.
13. Cambios en el estado económico y social de las poblaciones reasentadas y la gente que permanece en la microcuenca.

Etapas de abandono

Plan de abandono y restauración.

Las medidas a ser aplicadas serán después de la etapa de construcción y el abandono definitivo.

Abandono después de las tareas de construcción.

Las tareas que se ejecutaran durante este periodo serán: Desmovilización y limpieza en todos los frentes de trabajo. Las acciones a realizarse serán:

- Retirar todos los equipos y residuos de las operaciones, de las estaciones y áreas donde se hubiera trabajado en el proyecto.
- Remover toda instalación fija no recuperable que se halla construida, como escalones u otros.
- Inventariar y evaluar cuidadosamente los daños ocasionados a la flora, determinando las áreas que requieren una reforestación controlada e inmediata y las áreas que por sus características de suelo y humedad tendrían una rápida regeneración natural.
- Señalizar con carteles el nombre de la Empresa, profundidad de entierro y número de teléfono para llamar en caso de emergencia cuando exista inconvenientes relacionadas con el gasoducto.
- Cubrir con cal y luego con tierra toda excavación que se haya efectuado para fosas de desechos y fosas sépticas.
- Colaborar con las autoridades en la denuncia de cualquier actividad de acceso a sendas y áreas desmontadas de las operaciones de cazadores furtivos y depredadores forestales.
- Implementar un sondeo de las propiedades de los suelos afectados por las actividades del proyecto para comprobar posibles alteraciones de sus características naturales y tomar acciones correctivas.
- En caso de verificarse contaminación de suelos, se debe localizar y remover el material del sitio y reemplazarlo por tierra nueva

preparada.

- Igualmente, en caso de establecerse contaminación de aguas, se debe localizar y eliminar la fuente de contaminación. Una vez evaluado el daño y el alcance, se deberá efectuar el tratamiento del agua, hasta recuperar los niveles de composición química similares a los valores originales.
- Se hará un escarificado mecánico del área ocupada por los campamentos. En lo posible, no se dejará el suelo descubierto por largos periodos de tiempo, iniciando las actividades de revegetación tan pronto como sea posible.
- Nivelar el área para asegurar una restauración de acuerdo al paisaje original.
- Las áreas consideradas críticas serán revegetadas con siembra de plántulas, pudiendo aprovecharse el substrato orgánico o capa superficial, proveniente de la apertura de los caminos de acceso.
- Monitorear las áreas por el tiempo necesario y efectuar cualquier trabajo de reparación en caso de que se identifiquen problemas.
- Finalizada la etapa de construcción, toda obra remanente que se considere útil para los habitantes de la región, serán donadas a las organizaciones locales que se hagan responsables de su mantenimiento.
- Se propondrá a las comunidades originarias la reforestación de los tramos previamente identificados.
- Se propondrá a las comunidades la implementación de viveros con variedades de la zona.

En áreas relativas a la obra de toma, y a las casas de máquinas y subestación, se realizarán las siguientes acciones:

- Se limpiará el área intervenida
- Se retirarán todos los restos del material empleado en la construcción.
- Se despejarán materiales de soporte.
- Se limpiarán redes de drenaje que pudieran haber sido afectados.
- Se limpiará de desechos, combustibles, lubricantes y aceites que accidentalmente se hayan derramado.
- Disponer de toda la basura, escombros y otros residuos de las actividades propias de la construcción.
- Se inspeccionarán las áreas del proyecto después de la etapa de abandono, para verificar que todos los desechos hayan sido retirados.
- En caso de producirse derrame de combustibles, se limpiará el área con productos biodegradables.

Limpieza, desmovilización y restauración, finalizada la vida útil del proyecto.

Después de la vida útil del proyecto, las instalaciones serán desmanteladas y removidas:

Se tendrán las siguientes actividades:

- Retiro de cercos o vallas de protección en áreas de control de sitios.
- Retiro de carteles indicadores a lo largo de las tuberías de presión.
- Retiro de losetas de hormigón en la casas de máquinas y subestación.

Plan de Restauración

El programa contempla diferentes estrategias para aplicar un plan de restauración acorde con las condiciones originales de áreas críticas a lo largo del derecho de vía de las tuberías y de las líneas de transmisión, además de la superficie del embalse.

Las técnicas necesarias para lograr la corrección de impactos provocados al medio ambiente, incluyen medidas específicas de adecuación, prácticas administrativas y métodos de abandono, limpieza y restauración del área del proyecto. El plan que abarca todos los mecanismos, tomará en cuenta que el área se encuentra intervenida en la mayoría de sus tramos.

Los procesos del plan incluyen:

- Realizar la limpieza de toda el área del proyecto
- Restituir la capa orgánica superficial del suelo.
- Limpiar adecuadamente los suelos con posibles contaminaciones de

aceites y grasas.

- Nivelación y compactación de las vías de acceso.
- Realizar siembra de semilla en las áreas críticas
- Colocación de carteles indicadores.
- Aplicación del Programa de Revegetación en zonas sensibles después de las actividades del proyecto.

Programa de Revegetación

Se programarán las actividades concernientes a la reforestación de zonas críticas donde la vegetación no se restablezca en forma natural. Entre los factores y actividades a tomar en cuenta en las labores de plantación se tiene:

- • Los productos generados del corte de la cobertura vegetal (troncos y ramas), serán fragmentados desde el inicio de la apertura. El material vegetal muerto se cortará en trozos para luego dispersarlo sobre la zona de corte. Esta práctica permitirá que no se tengan acumuladas ramas de vegetación, reduciendo el riesgo a incendios, y además se favorece el establecimiento de vegetación nativa, evitando el pisoteo del ganado. Se promoverá de esta manera el establecimiento y crecimiento de vegetación autóctona.
- • Se dará prioridad en primera instancia al uso de semillas arbóreas y arbustivas nativas para realizar siembra directa en las zonas más sensibles donde ameriten una recuperación inmediata.

- • Cuando se utilicen plántulas, se tendrá cuidado en mantener la humedad de las mismas mientras se trasladen del vivero al sitio de plantación. Esta es una fase crítica en la cadena del plan de revegetación.

- • Evitar la siembra de plántulas durante la época seca. Las posibles excepciones incluyen:

- o Dispersión de semillas o siembra de plántulas pequeñas al final de la época seca para proporcionar protección contra la erosión al comienzo de la siguiente época de lluvias.

- o Sembrar plántulas al inicio de la época de lluvia.

En el plan de revegetación se incluyen las siguientes actividades:

- • Identificación de Especies y Recolección de Semillas.

El propósito de esta actividad es recoger muestras botánicas para su caracterización florística y recoger las semillas en su fase madura de las especies a producirse en los viveros forestales, para luego hacer la reposición durante el proceso de revegetación.

- • Establecimiento de viveros.

Se tiene prevista la multiplicación de especies vegetales en viveros forestales a ubicarse en las principales poblaciones y comunidades de la zona como: Xochitlán de Vicente Suárez, que reúnen las condiciones mínimas de proximidades al área, cuenta con vías de comunicación y servicios básicos.

Esta población podría proporcionar la mano de obra para implementar los viveros forestales y cubrir la demanda de plántulas, que se utilizarán en la campaña de siembra. Otro factor a considerar es que las plántulas deben estar en condiciones óptimas al momento de ser trasplantadas, de manera que no sufran trastornos ocasionados por largos viajes o cambios bruscos en las condiciones climáticas al trasladarlas de una zona a otra. En primera instancia, se utilizarán los viveros para investigar cuáles son las plantas con la mayor posibilidad de sobrevivir, para luego proceder a su siembra en las áreas críticas elegidas para la restauración de hábitat.

La selección de especies vegetales que en función a sus características podrían ser utilizadas para la revegetación – reforestación de áreas afectadas. Combinar especies vegetales tanto superiores leñosas como arbustivas.

VI.2. Seguimiento y control (monitoreo).

Las medidas de prevención y control de los impactos ambientales diseñadas y propuestas, se agruparon dependiendo su afinidad de aplicación, y a partir de ahí se desarrolló el PSCA del proyecto. La finalidad de agrupar las medidas es para mantener un nivel operativo alto y el resultado de su aplicación sea efectiva.

Etapa de construcción.

Medidas de prevención y control para los impactos ambientales negativos generados durante la etapa de construcción del proyecto y su vinculación con el contenido del Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental del proyecto.

Tabla 6.9. Medidas de prevención y control.

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES ANALIZADOS	DESCRIPCION DEL IMPACTO	MEDIDA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO PSCA DEL PROYECTO.
OBRA DE TOMA					
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se realizaran cortes al talud natural y se estabilizará el terraplén con barreras vivas	En general suavizar con bermas las pendientes de los cortes y terraplenes, y cubrir posteriormente con suelo fértil	I.- programa de cortes y estabilización de taludes.
				En cortes con problemas de estabilidad, donde no haya suelo capaz de sostener vegetación, proteger con malla y concreto lanzado para contener el material fragmentado	
				En cortes con alturas superiores a 10 metros utilizar bermas para aumentar la estabilidad del talud.	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos
				Para taludes rocosos inestables se podrá colocar malla metálica galvanizada,	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>anclada y colocar hidrosiembra u otra técnica similar, aumentar el ancho de los acotamientos para recepción de los desprendimientos o bien colocar muros de contención</p>	
				Colocar redes metálicas, drenes y cunetas en la cabeza del talud.	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos
				En la base del talud usar filtros (agregados porosos o geotextil) para controlar los deslizamientos .	
		Línea de paisaje	Será evidente la construcción	Realizar la repastización de los taludes, y si no se afecta su estabilidad, restaurar el talud de acuerdo a la diversidad florística del entorno, siendo hasta donde sea posible, la instalación de especies arbóreas.	
	Suelos	Calidad	La calidad del suelo se reducirá	Mejorar la riqueza de nutrientes del	VI.- Programa de

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			significativamente, especialmente en donde sea removida la vegetación.	<p>suelo adyacente al corte, a fin de mejorar su composición y promover el crecimiento de herbáceas en el borde del corte.</p> <p>La calidad del suelo se mejorará colocando, a ambos lados de las cunetas de la corona del talud, barreras vivas que propicien la retención de nutrientes.</p>	<p>prevención y control de la erosión y protección del suelo.</p>
					<p>III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos</p>
		Erosión		<p>Suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes, y cubrir posteriormente con suelo fértil. Cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo, se deberán construir terrazas o bermas.</p>	<p>IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos</p>
	Hidrología	Calidad de	Existe el riesgo	Colocar	III.-

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		aguas superficial.	de azolve del cauce debido a los cortes y el movimiento de material	barreras vegetales a lo largo del borde del corte de los taludes, y en el perímetro de trabajo, para propiciar la atención de sólidos y evitar la remoción en masa.	Programa de manejo de residuos no peligrosos.
				Establecer un programa de limpieza y desazolve de cunetas	
		Uso del recurso	Se utilizará agua del mismo cauce para realizar la mezcla cementante de las estructuras de la obra de toma.	Utilizar bombeo sumergible y solo hasta 6,000 litros diarios. La bomba a utilizar deberá ser eléctrica y las mangueras no deberán contener residuos de hidrocarburos.	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos
		Cambio en trayectorias superficiales	Durante la construcción se modificará la trayectoria del arroyo, pero no se redireccionará hacia otro sitio. El efecto será puntual.	Deberá instalarse un tubo de al menos 50" al centro del cauce durante la construcción de la obra de toma, para evitar la obstrucción completa y la formación del cuerpo de agua antes de que el sistema esté concluido	
	Flora	Biodiversidad	Existirá	Deberá	VII.-

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		d	remoción de vegetación natural.	realizarse la remoción del material vegetal mediante el derribo direccionado del estrato arbóreo.	Programa de manejo de flora y fauna.
				No deberá emplearse maquinaria para el derribo de la vegetación	
				Se realizará la trituración del material forestal que no alcance	VIII.- Programa de manejo de
				El volumen forestal de tallas comerciales podrá donarse al propietario del terreno para su aprovechamiento, y deberá otorgarse la remisión correspondiente, una vez que se haya obtenido la autorización por el cambio de uso del suelo.	
				El material triturado se utilizará como composta orgánica para mejorar la calidad de los suelos impactados.	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				Por la remoción de la cobertura vegetal, se realizará un procedimiento de restauración sucesional en una superficie de al menos 10 veces la requerida para remoción de vegetación natural	
				Se realizará también la colecta de germoplasma y material vegetativo de cada árbol derribado, a fin de garantizar su acervo genético, y con fines de restauración de sitios que requieran su uso.	
	Fauna	Biodiversidad	Como efecto sinérgico a la remoción vegetal, la fauna del sitio se dispersará hacia lugares más adecuados, y se incrementará el riesgo por atropellamiento	<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras</p> <p>Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos</p>	VII.- Programa de manejo de flora y fauna

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>animales y se trasladarán a un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas</p> <p>Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna.</p> <p>Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.</p>	
	Paisaje	Calidad escénica	Se modificará sustancialmente la calidad escénica por el desarrollo de las obras, la presencia de personal, maquinaria y almacenes de materiales	Durante la construcción deberá evitarse el apilamiento de material de construcción al aire libre, o en el mejor de los casos, alejado del cauce y escurrimiento de agua.	I.- Programa de cortes y estabilización de taludes
				Todo el material de corte, despalme y excavación que no sea utilizado por el proceso constructivo de la obra de toma o sus	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>caminos de acceso, deberá depositarse en un banco de tiro fuera del sitio de construcción.</p> <p>Todos los taludes deberán repastizarse, a menos que estos sean estabilizados concreto lanzado</p>	<p>VI.- Programa de prevención y control de erosión y protección del suelo</p>
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	Se afectará la propiedad privada, previo consentimiento o del dueño u ocupante del terreno.	Al dueño u ocupante del terreno afectado deberá compensarse e de manera económica no en especie	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
		Seguridad e integridad personal	El riesgo de accidentes laborales se incrementa	<p>Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios en función de los riesgos.</p> <p>El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores, y realizar simulacros frecuentes.</p>	X.- Control de la erosión de la cuenca del embalse
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se mejorará el camino de terracería que conduce al sitio de la		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			obra, se aplicará una base rocosa y se nivelará		
		Cobertura de servicios sanitarios	Se instalarán servicios sanitarios portátiles	Dentro del programa de orden y limpieza, se instalaran fosas sépticas en el frente de trabajo y se realizará su limpieza de manera frecuente a fin de evitar que se convierta en un foco de infección.	III.- Programa de residuos no peligrosos
	Economía	Economía individual	Económico de individuos contratados en el sitio		
		Economía local	Se incrementará el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos		
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional		
TUBERIA DE PRESION					
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se modificarán los taludes naturales del terreno por la excavación puntual de la cimentación	La excavación se deberá realizar a mano preferentemente	I.- Programa de cortes y estabilización de taludes

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			de las estructuras que soportan las tuberías de presión		
				A fin de evitar daños al terreno natural, se construirán cunetas en la base de los cortes y a lo largo del mismo en donde exista una altura mayor a 1.5 m y con una longitud superior a los 3 m.	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
		Línea de paisaje	Se modificarán taludes en sitios puntuales	Deberá realizarse la estabilización de los taludes mediante las técnicas descritas para otros impactos ambientales similares	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.
	Suelos	Calidad	La calidad de los suelos se reducirá a lo largo del trazo de las tuberías por la ausencia de cobertura vegetal	El producto de la excavación de los sitios de cimentación deberá mejorarse con materia orgánica y deberá ser esparcido en sitios para la construcción de terrazas a lo largo del trazo de la tubería, calculando la pendiente suficiente para	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				no promover la erosión	
		Compactación	De manera puntual se compactara el suelo	Se deberán mejorar las condiciones de textura en sitios adyacentes al punto de cimentación	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
		Erosión	Se incrementará el riesgo de erosión pluvial a lo largo del trazo de las tuberías, principalmente en la superficie bajo los tubos.	Deberá realizarse la restauración del sitio con herbáceas y elementos arbustivos, promoviendo el crecimiento en barreras vivas a lo largo de las tuberías y de los lados con mayor pendiente.	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.
	Atmósfera	Emisiones	Existirán emisiones contaminantes por el uso de revolventoras móviles para la mezcla de material cementante de los cimientos de las estructuras de soporte de los tubos.	El equipo de mezclado deberá cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y en su caso con la NOM-042-SEMARNAT-2006, y contaminación por ruido.	II.- Programa de mitigación y control de emisiones al aire.
	Hidrología	Uso del recurso	Se utilizará agua para la mezcla del material cementante de las estructuras que soportan las tuberías	Se utilizará agua tratada y se canalizará por tuberías de polietileno	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.
Medio biótico	Fauna	Biodiversidad	La fauna se ahuyentará	Durante la ejecución del	VII.- Programa

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			hacia zonas adyacentes, perdiendo áreas de refugio y alimentación	<p>cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras.</p> <p>Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna.</p>	de manejo de flora y fauna
	Paisaje	Calidad escénica	Se alterará la calidad escénica del sitio por la presencia de la estructura lineal de las tuberías	Se realizará un proceso de restauración a lo largo del margen paralelo a las tuberías, empleándose para ello especies arbóreas de rápido crecimiento, de tal manera que permita ocultar la estructura, mejorando la calidad escénica del sitio.	I. Programa de cortes y estabilización de taludes
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	No se realizará el cambio de uso del suelo para la construcción de las tuberías	Debido a que los trazos de las tuberías de presión se construirán sobre las líneas de trazo de los caminos de acceso, no se requerirá del cambio de uso del suelo para las mismas.	IX.- Programa de seguridad, salud e higiene.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Seguridad e integridad personal	Se incrementara el riesgo de accidentes laborales debido a las condiciones del terreno	Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios en función de los riesgos. El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores, y realizar simulacros frecuentes.	
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad al sitio		
		Cobertura de servicios sanitarios	No existen servicios sanitarios en el sitio, por lo que se crearán los sitios adecuados para ello.	Dentro del programa de orden y limpieza, se instalarán fosas sépticas en el frente de trabajo y se realizará su limpieza de manera frecuente a fin de evitar que se convierta en un foco de infección	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
	Economía	Economía individual	Económico de los individuos contratados en el sitio		
		Economía	Se		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		local	incrementara el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos.		
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.		
TANQUE DE CARGA, CASA DE MÁQUINAS, CANAL DE DESFOGUE Y OBRAS ASOCIADAS					
Medio físico	Suelos	Compactación	Se realizará la compactación del suelo en el sitio donde se construirán las estructuras y planchas de concreto para las turbinas y los transformadores	Debido a que no existe una medida de mitigación, deberá reponerse la superficie afectada con una superficie al menos 2 veces mayor, independiente de la superficie por remoción de vegetación, en la que deberá ejecutarse un procedimiento de conservación de suelos.	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo
		Fertilidad	Se perderá la fertilidad del suelo por la presencia de obras permanentes		IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.
	Atmósfera	Emisiones	Contaminantes de maquinaria y vehículos	Los vehículos y equipos utilizados deberán	II.- Programa de mitigación

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-042-SEMARNAT-2006	y control de emisiones al aire y contaminación por ruido
		Polvos y partículas	Se producirán partículas durante el proceso constructivo de las estructuras y durante el traslado de los materiales	Los camiones materialistas deberán transportar el material cubierto con lonas.	
		Ruido	Se producirá ruido por el uso de maquinaria pesada	Los equipos deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994 en caso de encontrarse a menos de 200m de poblaciones, evitar el trabajo de maquinaria nocturno.	
	Hidrología	Uso del recurso	Se requerirá el uso de agua para la preparación de las mezclas de morteros para las superficies niveladas y el revestimiento del canal de desfogue	Se hará uso de hasta 7,500 litros de agua al día y solamente podrá ser agua tratada o tomada por bombeo sumergible de los escurrimientos cercanos, siempre y cuando las mangueras no	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				estén impregnadas de hidrocarburos y el agua se almacene en un tanque plástico de 20,000 litros	
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Se eliminará cobertura vegetal del terreno con cultivo de café a lo largo de la superficie del canal de desfogue.	La remoción de la cobertura vegetal incluye también elementos arbóreos, por lo que la superficie ocupada deberá restituirse en un equivalente a 10 veces la afectación, principalmente en zonas que requieran trabajo de restauración ecológica	VII.- Programa de manejo de flora y fauna
	Fauna	Biodiversidad	La fauna dejara de contar con sitios de alimentación y refugio	<p>Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras.</p> <p>Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladarán a</p>	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas .	
				Las actividades de ahuyento y rescate de fauna deberán realizarse de manera permanente durante la construcción de las obras, al menos una hora antes del inicio de las labores generales del sitio.	
				Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna.	
				Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones acerca de la fauna del lugar	
		Calidad escénica	Calidad escénica por presencia los apilamientos, casos y maquinarias	Deberán designarse y delimitarse las áreas de trabajo, almacén, taller y maquinaria	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Medio socioeconómico	Población	Área de uso	Se dejará de utilizar el terreno con fines agrícolas	Se realizara la compensación económica al propietario del terreno.	IX.- Programa de seguridad, salud e higiene.
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad al sitio		
	Economía	Economía individual	Económico de los individuos contratados en el sitio		
		Economía local	Se incrementara el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos.		
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.		
LINEA DE TRANSMISION					
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se modificaran los taludes naturales en los sitios de cimentación de las estructuras de soporte del cableado.	La excavación se deberá realizar a mano preferentemente	I.- Programa de cortes y estabilización de taludes.
				El material de excavación será depositado en el sitio y dispersado	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				hacia zonas planas del trazo de las líneas	
				A fin de evitar daños al terreno natural, se construirán cunetas en la base de los cortes y a lo largo del mismo en donde exista una altura mayor a 1.5 m y con una longitud superior a los 3 m.	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
		Línea del paisaje	Se altera la línea del paisaje por la presencia del cableado	Visualmente se promoverá la reforestación con especies de tallas menores alrededor de los sitios de las estructuras.	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.
	Suelos	Calidad	La calidad de suelo se reducirá por la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios de cimentación	El producto de la excavación de los sitios de cimentación deberá mejorarse con materia orgánica y deberá ser esparcido en sitios para la construcción de terrazas a lo largo del trazo de las líneas, calculando la pendiente suficiente para no promover.	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Erosion	Se incrementara el riesgo de erosion del suelo por la remoción de la capa vegetal	Deberán tomarse las prevenciones de excavación, colocando bordes de yute alrededor del sitio de excavación, promoviendo el crecimiento de especies herbáceas y arbustivas.	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.
	Atmósfera	Emisiones	Contaminantes de maquinaria y vehículos	Los vehículos y equipos utilizados deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-042-SEMARNAT-2006	II.- Programa de mitigación y control de emisiones al aire y contaminación por ruido
		Polvo y partículas sólidas	Se producirá material particulado por el tránsito vehicular durante la construcción de las líneas de transmisión		
	Hidrología	Uso del recurso	Los morteros de cimentación	El agua se almacenara en tanques plásticos no más de 5,000 litros.	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	La abundancia de las especies arbóreas dentro del derecho de vía	Deberá realizarse la remoción del material vegetal mediante el derribo direccionado	VII.- Programa de manejo de flora y fauna

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				del estrato arbóreo, flora y fauna.	
				No deberá emplearse maquinaria para el derribo de la vegetación	
				Se realizara la trituración del material forestal que no alcance las tallas comerciales.	
				El material triturado se utilizara como composta orgánica para mejorar la calidad de los suelos impactados.	
				Por la remoción de la cobertura vegetal, se realizara un procedimiento de restauración sucesional en una superficie de al menos 10 veces la requerida para remoción de vegetación natural del sitio de la obra.	
	Fauna	Biodiversidad	Se eliminaran sitios de refugio	Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladaran a	VII.- Programa de manejo de flora y fauna

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				<p>un sitio adecuado para su liberación, previo registro de variables morfométricas.</p> <p>Se llevara una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna.</p> <p>Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.</p>	
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	Se dejará de utilizar el terreno con fines agrícolas	Se realizara la compensación económica al propietario del terreno.	IX.- Programa de seguridad, salud e higiene.
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad al sitio		
	Economía	Economía individual	Económico de los individuos contratados en el sitio		
		Economía local	Se incrementara el flujo de efectivo en las localidades		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			cercanas, y se crearán empleos indirectos.		
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.		
TRAZO DEL CANAL Y/O TUNEL					
Medio físico	Geomorfología	Modificación de taludes naturales	Se modificarán los taludes naturales del terreno por la excavación puntual de la cimentación de las estructuras que soportan las tuberías de presión	La excavación se deberá realizar a mano preferentemente	I.- Programa de cortes y estabilización de taludes
				A fin de evitar daños al terreno natural, se construirán cunetas en la base de los cortes y a lo largo del mismo en donde exista una altura mayor a 1.5 m y con una longitud superior a los 3 m.	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
		Línea de paisaje	Se modificarán taludes en sitios puntuales	Deberá realizarse la estabilización de los taludes mediante las técnicas descritas para	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				otros impactos ambientales similares	
	Suelos	Calidad	La calidad de los suelos se reducirá a lo largo del trazo de las tuberías por la ausencia de cobertura vegetal	El producto de la excavación de los sitios de cimentación deberá mejorarse con materia orgánica y deberá ser esparcido en sitios para la construcción de terrazas a lo largo del trazo de la tubería, calculando la pendiente suficiente para no promover la erosión	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.
		Compactación	De manera puntual se compactará el suelo	Se deberán mejorar las condiciones de textura en sitios adyacentes al punto de cimentación	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
		Erosión	Se incrementará el riesgo de erosión pluvial a lo largo del trazo de las tuberías, principalmente en la superficie bajo los tubos.	Deberá realizarse la restauración del sitio con herbáceas y elementos arbustivos, promoviendo el crecimiento en barreras vivas a lo largo de las tuberías y de los lados con mayor pendiente.	IV.- Programa de manejo de residuos peligrosos.
	Atmósfera	Emisiones	Existirán emisiones contaminante	El equipo de mezclado deberá	II.- Programa de

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			s por el uso de revolovedoras móviles para la mezcla de material cementante de los cimientos de las estructuras de soporte de los tubos.	cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y en su caso con la NOM-042-SEMARNAT-2006, y contaminación por ruido.	mitigación y control de emisiones al aire.
	Hidrología	Uso del recurso	Se utilizará agua para la mezcla del material cementante de las estructuras que soportan las tuberías	Se utilizará agua tratada y se canalizará por tuberías de polietileno	VI.- Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.
Medio biótico	Fauna	Biodiversidad	La fauna se ahuyentará hacia zonas adyacentes, perdiendo áreas de refugio y alimentación	Durante la ejecución del cambio de uso del suelo deberá realizarse la actividad de ahuyento de fauna presente en el sitio de las obras.	VII.- Programa de manejo de flora y fauna
				Se llevará una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna.	
	Paisaje	Calidad escénica	Se alterará la calidad escénica del sitio por la presencia de la estructura lineal de las tuberías	Se realizará un proceso de restauración a lo largo del margen paralelo a las tuberías, empleándose para ello especies arbóreas de rápido crecimiento,	I. Programa de cortes y estabilización de taludes

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				de tal manera que permita ocultar la estructura, mejorando la calidad escénica del sitio.	
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	No se realizará el cambio de uso del suelo para la construcción de las tuberías	Debido a que los trazos de las tuberías de presión se construirán sobre las líneas de trazo de los caminos de acceso, no se requerirá del cambio de uso del suelo para las mismas.	IX.- Programa de seguridad, salud e higiene.
		Seguridad e integridad personal	Se incrementará el riesgo de accidentes laborales debido a las condiciones del terreno	Se deberá implementar un programa de seguridad laboral que contemple los peores escenarios en función de los riesgos.	
				El programa de seguridad laboral deberá capacitar a los trabajadores, y realizar simulacros frecuentes.	
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se embalastrará la superficie de rodamiento del camino, permitiendo una mejor accesibilidad		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Cobertura de servicios sanitarios	al sitio No existen servicios sanitarios en el sitio, por lo que se crearán los sitios adecuados para ello.	Dentro del programa de orden y limpieza, se instalarán fosas sépticas en el frente de trabajo y se realizará su limpieza de manera frecuente a fin de evitar que se convierta en un foco de infección	III.- Programa de manejo de residuos no peligrosos.
	Economía	Economía individual	Económico de los individuos contratados en el sitio		
		Economía local	Se incrementara el flujo de efectivo en las localidades cercanas, y se crearán empleos indirectos.		
		Economía regional	La compra de insumos y materiales para la construcción de la presa tendrá un impacto regional.		

Etapas de operación y mantenimiento.

Medidas de prevención y control de los impactos ambientales generados durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico DIEGO, y su vinculación con el contenido del Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental del proyecto.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Tabla 6.10. Medidas de prevención y control.

SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL DESCRITO	ATRIBUTOS AMBIENTALES ANALIZADOS	DESCRIPCION DEL IMPACTO	MEDIDA	VINCULACION CON EL PSCA DEL PROYECTO
LLENADO DE LA OBRA DE TOMA					
Medio físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	Incremento del volumen de caudal en el punto de contención	No existe una medida que repare el daño causado por el incremento en el nivel de agua. Se realizará el monitoreo de los volúmenes mediante la instalación de una estación hidrométrica.	X.- Control de la erosión de la cuenca del embalse.
		Calidad de agua superficial	Incremento en el sedimento y la DBO por el azolve en el sitio de derivación	Se realizara el desazolve del sedimento acumulado cuando la DBO sea superior a lo establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Medio biótico	Flora	Biodiversidad	Remoción de vegetación por la inundación del embalse	El incremento de los caudales en los puntos de derivación creará embalse que afectará la vegetación aledaña y superficies de terreno con cobertura vegetal. La que será compensada con la restauración de terrenos degradados.	VIII.- Programa de Manejo de la Materia Vegetal Retirada del Embalse.
	Fauna	Biodiversidad	Se eliminaran sitios de refugio	Cuando sea necesario se realizará el rescate de los organismos animales y se trasladaran a un sitio adecuado para su liberación,	VII.- Programa de manejo de flora y fauna

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				previo registro de variables mormometricas. Se llevara una bitácora de las incidencias del ahuyento y rescate de fauna. Se implementará un programa de señalamiento preventivo sobre las restricciones a cerca de la fauna del lugar.	
Medio socioeconómico	Población	Área de uso	Reducción del área de uso agrícola al ampliarse las márgenes de seguridad y zona federal del río a 10 m de cada lado del embalse considerando el nuevo nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME)	Se delimitará el nuevo margen de uso federal, se compensará al propietario del terreno de manera económica para la adquisición de una superficie de 10 m de ancho a lo largo de ambos límites del NAME calculado para el embalse.	X.- Control de la erosión de la cuenca del embalse
		Seguridad e integridad personal	Riesgo de accidentes por ahogamiento o caída al embalse o las cortinas de la obra de toma	Se realizará el cercado del sitio de acceso y de la superficie delimitada dentro de la nueva zona federal alrededor del embalse.	XII.- Programa de Manejo del Embalse
CANALIZACION DEL CAUDAL					
Medio físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	El volumen de agua se reducirá de manera inmediata una vez que se realiza la canalización del caudal,pero se mantiene el gasto a	No existe una medida que compense o corrija el hecho de la toma del caudal, por lo que se monitoreará el mismo con una estación hidrométrica para determinar el gasto máximo	XII.- Programa de Manejo del Embalse

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			nivel de obras de toma.	de las obras y los gastos ecológicos requeridos.	
		Calidad de agua superficial	Se crearán condiciones de anoxia en la parte más profunda del embalse, y se tomara en mayor proporción el agua con mayor oxígeno disuelto, debido al diseño de la obra de toma.	Se realizaran las actividades necesarias para reducir la cantidad de materia orgánica presente en el embalse, permitiendo que la toma de caudales adquiera por disolución oxígeno suficiente para mantener la concentración hasta su desfogue.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Medio biótico	Fauna	Biodiversidad	Las condiciones de anoxia disminuirán la diversidad y abundancia de organismos acuáticos	Se realizara un monitoreo de indicadores físicos del agua en sus puntos de embalse y en su punto de canalización	VII.- Programa de manejo de flora y fauna
				Se realizará el mantenimiento necesario para evitar el azolve de los canales y la obra de toma.	
				Se instalara una malla en la obra de toma, y en los desarenadores, para que impida el paso de organismos de tallas menores a mayores.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por caída a la estructura de la obra de toma	Se realizara el cercado del sitio de la obra de toma y sus estructuras adicionales.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
PRUEBAS HIDRODINAMICAS					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Se incrementan los niveles de ruido	Se procurará que las pruebas no sobrepasen la	XIII.- Programa de monitoreo

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			durante el proceso de pruebas en las casas de máquinas	emisión de ruido de hasta 98 dB Se requerirá el uso de equipo de seguridad por parte del personal involucrado, y el uso obligatorio de tapones para oídos.	ambiental
	Hidrología	Volumen de agua superficial	El volumen de agua se verá afectado por la canalización de la misma a través del sistema	Se canalizará solamente el agua del gasto diseñado, y se medirá el caudal en el punto de desfogue	
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por caída a la estructura de la obra de toma.	Se continuará con el programa de seguridad laboral.	IX.- Programa de seguridad, salud e higiene.
PRUEBAS HIDROSTATICAS					
Medio físico	Atmosfera	Ruido	Se incrementa el nivel de ruido a lo largo de las tuberías de presión por el paso de agua dentro del sistema durante el proceso de pruebas.	Se medirá el nivel sonoro de las pruebas	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
				Las pruebas se detendrán cuando superen los 98 dB por un tiempo sostenido de tres minutos Se notificará a la población del inicio de las pruebas cada vez que estas se	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				realicen	
	Hidrología	Volumen de agua superficial	Se disminuye el volumen hidráulico del sistema de sedimentación y la obra de toma, pero el gasto de caudal se mantiene igual	Se medirá la variación del volumen del sistema durante la fase de pruebas y se corroborará la capacidad del mismo para permitir el gasto ecológico en el punto de derivación	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la reparación de posibles desperfectos en el sistema.	Se continúa con el programa de seguridad laboral	IX.- Programa de seguridad, salud e higiene.
PRUEBAS DE DESFOGUE					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Incrementan al ruido adyacente canal de desfogue.	Se medirá que los niveles de ruido no sobrepasen los 98 dB durante la prueba de desfogue, y su intensidad no se extienda más allá de 5 metros del punto de generación del ruido. Cuando se sobrepase esta condición, se realizará un proceso de restauración en los sitios aledaños al canal y a lo largo de su longitud desde las casas de máquinas, para que la vegetación funcione como amortiguador del ruido producido, evitando las afectaciones a los hogares cercanos.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
	Hidrología	Volumen de agua superficial	Se incrementa el volumen de agua	Se medirá el caudal de desfogue, para comprobar	XIII.- Programa de monitoreo

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			superficial que entra al río	el gasto de diseño establecido, el gasto ecológico del punto de derivación	ambiental
		Cambio en trayectorias superficiales	Se crea un escurrimiento artificial que modificará las condiciones de humedad en el sitio	Se deberá proteger los terrenos adyacentes con la conformación de taludes empastados	
				La estructura del canal de desfogue se construirá con obstrucciones de la trayectoria y movimiento de agua para reducir su velocidad y permitir una mejor disolución de oxígeno antes de ser vertido al río	
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la reparación de posibles desperfectos en el sistema.	Se continuara con la ejecución del programa de seguridad laboral durante las actividades mantenimiento del canal.	IX.-Programa de seguridad, salud e higiene.
PRUEBAS DE GENERACIÓN					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Se incrementa los niveles de ruido en las casas de máquinas	Se medirá la cantidad de ruido emitido por las turbinas y en general en distintos puntos de las casas de máquinas	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
				En caso de que el ruido supere los niveles máximos permitidos, deberá analizarse la posibilidad de encontrar la estructura de las turbinas con un polímero que evite y reduzca la	

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				magnitud de la emisión del ruido. La casa de máquinas deberá forrarse con material dispersor de ruido.	
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la reparación de posibles desperfectos en el sistema.	Se observará en todo momento las medidas de seguridad necesarias para garantizar la integridad física de las personas.	IX.-Programa de seguridad, salud e higiene.
PUESTA EN MARCHA					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Se incrementan los niveles de ruido en las casas de máquinas	Se medirán los niveles de ruido de las casas de máquinas, en su interior en distintos puntos, y alrededor de la estructura en el exterior. El nivel de ruido no deberá superar los 98 dB.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
	Hidrología	Volumen de agua superficial	Se reduce el volumen de agua que discurre en el río en temporada de lluvias	Se deberá garantizar el gasto ecológico de la microcuenca del río	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la intrusión o visitantes a las obras del proyecto, entre los de mayor nivel de riesgo están la obra de toma y tuberías de presión por las condiciones orográficas	Todas las obras o estructuras del proyecto deberán estar circuladas en su perímetro por malla o cerca, restringiendo el paso de visitantes y curiosos.	IX.-Programa de seguridad, salud e higiene.
	Infraestructura	Condición de los caminos	Se mejora la infraestructura de caminos vecinales y		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		terracerías al utilizar material pétreo como base para la superficie de rodamiento.		
	Cobertura de servicios sanitarios	Se potencializa el sentido de respeto al medio ambiente al implementarse una política de orden y limpieza en los frentes de trabajo.	Se implementará un sistema de comunicación social entre el proyecto y las comunidades, que permita realizar la capacitación y ampliar la información ambiental de la zona, mediante talleres y pláticas de educación ambiental. Se contempla la relación con las instituciones de educación superior presentes en el SAR, para la ejecución de los talleres y el desarrollo del contenido temático de los mismos.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Economía	Economía individual	Se mejora la percepción económica de los empleados encargados de la operación del sistema.		
	Economía local	Se incrementa el flujo de efectivo por la creación de nuevos empleos que derraman económicamente en las localidades cercanas al proyecto		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

		Economía regional	Se mejora la economía regional y se incrementa el gasto en servicios y materiales.		
TOMA DEL CAUDAL					
Medio físico	Hidrología	Volumen de agua superficial	El volumen de agua se reducirá de manera inmediata una vez que se realiza la canalización del caudal, pero se mantiene el gasto a nivel de derivación de la obra de toma.	Se realizará el monitoreo de la toma del caudal, observándose dejar sin alteración el gasto ecológico en todo momento.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
		Calidad de agua superficial	Se crearán condiciones de anoxia en las partes más profundas del embalse, y se tomará en mayor proporción el agua con mayor oxígeno disuelto, debido al diseño de la obra de toma.	Se realizará el monitoreo de los factores biofísicos del agua para determinar el cambio de los mismos en el sitio del embalse y del desarenador.	
Medio socioeconómico	Población	Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo accidentes por caída a la estructura de la obra de toma.	Se instalará el cercado perimetral del sitio de acceso y de las obras del lugar.	IX.-Programa de seguridad, salud e higiene.
DESFOGUE DEL CAUDAL					
Medio físico	Hidrología	Calidad de agua superficial	Se mejora la calidad del agua de desfogue, pues al no pasar por un proceso de transformación. O	•Se realizarán muestreos semestrales para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua turbinada que sale	XIII.- Programa de monitoreo ambiental

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			de uso industrial con riesgo de contaminación, el agua que sale del sistema se re oxigena en el sitio de turbinado y desfogue, mejorando la DBO del río	por el canal de desfogue y se compararán con muestras compuestas del agua del río Apulco, realizándose éstas aguas arriba y aguas abajo del sitio de desfogue.	
MANTENIMIENTO					
Medio físico	Atmósfera	Ruido	Se incrementan los niveles de ruido en las casas de máquinas	Se tomarán las previsiones necesarias para reducir la emisión del ruido cuando este supere los 98 dB	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
	Hidrología	Uso del recurso	Se mantienen los niveles de anoxia en la obra de toma, pero se mejora la DBO en el canal de desfogue.	Se realizarán muestreos de análisis fisicoquímicos del agua inmediatamente después de las acciones de mantenimiento, en los sitios donde se realicen los trabajos	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
Medio biótico	Flora	Biodiversidad		El material de poda deberá convertirse en composta y ser reincorporado al suelo organico en los sitios de restauracion	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
	Fauna	Biodiversidad	Se crean efectos de borda a largo de las tuberías de presión y las líneas de transmisión por el chapeo y poda de la vegetación	Una vez determinado el resultado (si el borde es una matriz, un ecotono, o raso) se deberá determinar el proceso de restauración del derecho de vía para obtener un borde más permeable a las especies	XIII.- Programa de monitoreo ambiental

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

				más sensibles.	
Medio socioeconómico	Población	Salud de la población	Se mejora la salud de la población en la parte baja de la microcuenca y de la subcuenca del SAR al mejorar la DBO del río.	Se realizará el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de la microcuenca del río	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
		Seguridad e integridad personal	Se incrementa el riesgo de accidentes por la presencia de los cuerpos de agua, así como de accidentes laborales durante las actividades de mantenimiento de equipos industriales.	La observancia de los protocolos de seguridad laboral implementados desde la etapa de construcción del proyecto deberá ser obligatoria.	
	Infraestructura	Condición de los caminos	Los caminos reciben mantenimiento de material de excavación para la reconfiguración de la base de la superficie de rodamiento.		
		Cobertura de servicios sanitarios	Se potencializa el sentido de respeto al medio ambiente al implementarse una política de orden y limpieza en los frentes de trabajo.	Se realizará el monitoreo de los sitios de las obras y se seguirá un procedimiento de limpieza.	XIII.- Programa de monitoreo ambiental
	Economía	Economía individual	Se incrementa el flujo de efectivo por la creación de nuevos empleos que		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

			derraman económicamente en las localidades cercanas al proyecto.		
		Economía local	Se incrementa la economía regional, servicios y materiales.		

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

TABLA 6. 11 CRONOGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MITIGACIÓN PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO DIEGO⁵

	BIMESTRAL																								HASTA 60 AÑOS
	2015						2016						2017						2018						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental (PSCA)																									
ETAPA DE PREPARACIÓN																									
I-Programa de Implementación de Política Ambiental del Proyecto.																									
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																									
II-Programa de cortes y estabilización de taludes.																									
III-Programa de mitigación y control de emisiones al aire y contaminación por ruido.																									
IV-Programa de manejo de residuos no peligrosos.																									
V-Programa de manejo de residuos peligrosos.																									
VI-Programa de manejo de descargas líquidas provenientes de las obras.																									
VII-Programa de prevención y control de la erosión y protección del suelo.																									
VIII-Programa de manejo de flora y fauna.																									
IX-Programa de Manejo de la Materia Vegetal Retirada del Embalse.																									
X-Programa de seguridad, salud, e higiene.																									
XI-Control de la erosión de la cuenca del embalse.																									
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																									
XII-Remoción de Sedimentos del embalse.																									
XIII-Programa de monitoreo ambiental.																									
ETAPA DE ABANDONO																									
XIV-Plan de abandono y restauración.																									

⁵ LOS TIEMPOS SEÑALADOS SE BASAN DE ACUERDO AL PROGRAMA DE TRABAJO ENUNCIADO EN EL CAPITULO II DE LA PRESENTE MIA

CONTENIDO DEL CAPÍTULO VII

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

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

VII.4 Pronóstico ambiental.

VII.5 Evaluación de alternativas.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES, REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo al análisis realizado de los principales indicadores ambientales propuestos para la MIA regional del proyecto, se hace evidente el grado de deterioro de los ecosistemas del SAR. Si bien no se puede precisar con certeza cuál debe ser el grado máximo de conservación, bajo el supuesto de una nula actividad antrópica en el entorno, sí se puede determinar la capacidad de homeostasia del sistema ambiental mediante la medición de los procesos ecológicos, económicos y sociales.

El grado de deterioro ambiental se ve reflejado en la tasa de deforestación que presenta el SAR entre las distintas fechas medidas. La tasa de deforestación está relacionada estrechamente con el desmonte para tierras agrícolas. Principalmente en terrenos cuya pendiente es menor a los 30°, sin embargo existen sitios del SAR donde el cultivo de maíz, frijol o café se realizó en pendientes superiores a los 30°. La actividad agrícola y ganadera es una de las principales causas de deforestación y fragmentación del hábitat. Está ampliamente documentado que, la pérdida de la vegetación detona consecuencias severas sobre otros factores que componen el sistema ambiental. La erosión del suelo, la disminución del caudal hidrológico, el incremento de la temperatura de microclimas, la pérdida de la diversidad de fauna, y los riesgos de fenómenos de remoción en masa, son las principales consecuencias de la deforestación y la fragmentación de los ecosistemas del SAR.

Al considerar que el SAR actualmente está sometido a un proceso intenso de presión sobre los recursos naturales, en particular el suelo para cultivo, los pronósticos ambientales del SAR son reservados.

Esto en función de la calidad ambiental del SAR, y los servicios ambientales que presta aún en las condiciones de fragmentación en las que se presenta.

La presente sección evalúa la alternativa de construir el Proyecto, contra la alternativa de no construir el mismo (alternativa cero). El análisis se fundamenta en los criterios de ingeniería ambiental aplicables al Proyecto y desarrollados en el capítulo 2, así como también a la interrelación de las obras de ingeniería con el entorno y con la sociedad, en las distintas etapas implicadas; estas son: etapa de preparación, etapa de construcción, fase de llenado del embalse, etapa de operación y etapa de abandono.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Es posible establecer que el sistema ambiental regional sin proyecto, tal y como fue acotado en el Capítulo IV se refiere a la Subcuenca “e” del Río Apulco por lo que derivado de la información consultada es evidente que los elementos y procesos del ambiente natural, tal y como se encuentran en la actualidad: el aire, el clima, el suelo y subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje, las interacciones entre ellos, los procesos de erosión y sedimentación, de recarga de acuíferos, de interacción entre hábitats y comunidades, enfrentan diferentes grados de alteración provocados por las formas antrópicas de aprovechamiento, de utilización

de los recursos naturales y de utilización primaria del suelo. Una de las acciones más frecuentes de perturbación es la tala inmoderada que va asociada con el pastoreo y la quema inducida para proveer forraje al ganado y áreas para la agricultura; sin embargo, de acuerdo con los diferentes estudios consultados para la subcuenca se ha observado que el poder regenerativo de las comunidades vegetales es grande, siempre y cuando las diversas actividades humanas permitan su regeneración, es decir la población humana y sus actividades de producción, consumo y relación social tiene y tendrá una acción directa sobre el medio natural presente en el SAR definido para el Proyecto Hidroeléctrico DIEGO por lo que se espera que: en la parte alta de la subcuenca se establezcan eventos de sucesión, no así en la zona de emplazamiento del Proyecto Hidroeléctrico, donde la cercanía con las comunidades así como las fuertes pendientes que presenta el terreno, no permitirán el establecimiento procesos de sucesión. Si bien no se espera un gran crecimiento de la población rural sí se espera que la dispersión de estas comunidades se incremente lo que derivará en una marcada alteración de los ecosistemas ahí presentes.

En este sentido se puede considerar que el pronóstico para el SAR establecido es que éste tendrá invariablemente modificaciones a nivel local y regional, esto por el crecimiento de las comunidades rurales, que requerirán de servicios (carreteras, recolección de basura, agua potable, luz, teléfono, etc.), resultando en afectaciones a los componentes bióticos, principalmente a las comunidades de fauna, así mismo, aumentarán las zona agrícolas en detrimento directo de la zona de vegetación más conservada (bosque mesófilo de montaña).

Tabla 7.1. Tendencias ambientales del SAR sin proyecto

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	GRADO DE ALTERACION ACTUAL DEL FACTOR	TENDENCIA DEL CAMBIO EN EL SAR SIN PROYECTO
VEGETACIÓN TERRESTRE	Abundancia	Alta	Alta
	Composición	Alta	Alta
	Dominancia	Alta	Alta
	En estatus de conservación	Alta	Media
SUELO	Perdida de suelo	Alta	Media
	Uso actual	Media	Alta
	Uso potencial	Media	Alta
	Erosión	Alta	Alta
	Drenaje externo	Alta	Media
	Estabilidad de laderas	Alta	Media
	Geoformas	Media	Media
AGUA	Escorrentías	Alta	Media
	Infiltración	Alta	Alta
	Nivel freático	Media	Alta
	Calidad agua superficial	Media	Media
	Calidad agua subterránea	Media	Media
FAUNA TERRESTRE/ ACUÁTICA	Hábitat	Alta	Media
	Abundancia	Alta	Media
	Cadena tróficas	Media	Media
	Desplazamiento	Alta	Alta
	En estatus de conservación	Alta	Alta
ATMÓSFERA	Emisión de gases	Alta	Alta
	Partículas susp.	Alta	Alta
	Microclima	Media	Media
	Visibilidad	Media	Media
	Ruido	Alta	Alta
PAISAJE	Vista panorámica	Media	Media
	Naturalidad	Media	Media
	Tráfico	Media	Media
	Demografía	Media	Media
	Cambio de uso del	Media	Media

	suelo		
SOCIOECONÓMICO	Demanda servicios	Media	Alta
	Empleo	Media	Alta
	Economía local	Media	Alta
	Servicios de transporte	Media	Alta
	Seguridad	Media	Alta
	Salud pública	Media	Alta

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

De acuerdo con las tendencias de cambio presentadas en el inciso anterior tenemos el siguiente escenario:

Se considera que con la realización del proyecto sin el establecimiento de medidas de prevención y mitigación que prevengan o minimicen los impactos ambientales ocasionados por él y considerando las afectaciones localizadas dentro del área de influencia del mismo se espera lo siguiente: habrá una alteración del padrón hidrológico superficial, una pérdida de cobertura vegetal por consiguiente una reducción de hábitats, pérdida de suelos, pérdida de especies animales, pérdida de individuos de fauna especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, pérdida de individuos de especies vegetales, pérdida de individuos de especies de flora en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, habrá contaminación del río por residuos líquidos, sólidos y peligrosos, lo anterior incitará en el SAR establecido una inducción de impactos acumulativos y sinérgicos.

Tabla 7.2. Tendencias ambientales del SAR con proyecto sin medidas de mitigación

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	GRADO ALTERACION ACTUAL DEL FACTOR	DE	TENDENCIA DEL CAMBIO EN EL SAR CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN
VEGETACIÓN TERRESTRE	Abundancia	Alta		Alta
	Composición	Alta		Alta
	Dominancia	Alta		Alta
	En estatus de conservación	Alta		Alta
SUELO	Perdida de suelo	Alta		Alta
	Uso actual	Media		Alta
	Uso potencial	Media		Alta
	Erosión	Alta		Alta
	Drenaje externo	Alta		Alta
	Estabilidad de laderas	Alta		Alta
	Geoformas	Media		Alta
AGUA	Escorrentías	Alta		Alta
	Infiltración	Alta		Alta
	Nivel freático	Media		Alta
	Calidad agua superficial	Media		Media
	Calidad agua subterránea	Media		Media
FAUNA TERRESTRE/ ACUÁTICA	Hábitat	Alta		Alta
	Abundancia	Alta		Alta
	Cadena tróficas	Media		Alta
	Desplazamiento	Alta		Alta
	En estatus de conservación	Alta		Alta
ATMÓSFERA	Emisión de gases	Alta		Alta
	Partículas susp.	Alta		Alta
	Microclima	Media		Alta
	Visibilidad	Media		Media
	Ruido	Alta		Alta
PAISAJE	Vista panorámica	Media		Alta
	Naturalidad	Media		Alta
	Tráfico	Media		Alta
	Demografía	Media		Media
	Cambio de uso del suelo	Media		Alta
SOCIOECONÓMICO	Demanda servicios	Media		Alta

	Empleo	Media	Alta
	Economía local	Media	Alta
	Servicios de transporte	Media	Alta
	Seguridad	Media	Alta
	Salud pública	Media	Alta

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

El escenario con proyecto propone que las medidas de mitigación y de compensación contenidas en los siguientes programas: Supervisión y Gestión Ambiental; Manejo Integral de Flora; Manejo Integral de Fauna; Manejo y Restauración de Suelos y Manejo Integral de Residuos son suficientes para excluir, minimizar, rectificar, reducir y/o compensar los impactos identificados y valorados, con lo que se contrarrestan los impactos causados por el proyecto y se evita que los procesos biológicos sufran algún deterioro.

Las mejoras que se esperan tener en la región de estudio se enuncian a continuación:

El escenario con proyecto y con medidas de prevención, mitigación y en su caso de compensación, resulta favorable, entre otras razones por las siguientes conclusiones derivadas del Diagnóstico Ambiental Regional:

- A. Por su extensión y naturaleza, el proyecto no generará efectos ambientales adversos directos e indirectos que alteren de manera negativa la funcionalidad y capacidad de carga del ecosistema presente dentro del área de influencia.

- B. La mayoría de los impactos negativos identificados sobre la flora y fauna son susceptibles de ser prevenidos y mitigados con la posibilidad además de permitir actividades asociadas a las obras de represamiento.
- C. Los efectos sobre el empleo, economía local, servicios, seguridad y salud pública, si bien se enfocan hacia la población laboral también tienen repercusiones sobre el ámbito regional de los municipios.

En lo referente a las mejoras que presentará la región con la inserción del proyecto y la implementación de las medidas de mitigación se tendrá un bajo factor de alteración de las siguientes componentes ambientales del SAR: vegetación terrestre, suelo, fauna terrestre y acuática, atmósfera y paisaje, mientras que la componente socioeconómica se verá favorecida.

De acuerdo con lo establecido en el capítulo V se identificaron dos impactos residuales:

La pérdida de la cobertura vegetal, en los capítulos precedentes se menciona que si bien la superficie cuya pérdida de la cobertura vegetal se considera importante, esta no representa una afectación en términos de integridad funcional del ecosistema y mucho menos una alteración relevante para el SAR, ya que como se mencionó anteriormente, dentro del área se llevan a cabo actividades humanas que poco a poco han ido modificando las características naturales de la zona, las medidas de compensación propuesta en el Programa de Manejo Integral de Vegetación permitirán, entre otros, establecer indicadores de éxito y calidad de las acciones autorizadas identificando causas naturales e inducidas por lo que se plantea que con la correcta y oportuna aplicación de los subprogramas de rescate y reforestación se tendrá una tendencia a

la recuperación de áreas, pre-establecidas, del bosque mesófilo de montaña que en la actualidad tienden a la degradación, con lo que se mejorará el escenario dentro del SAR.

La alteración del patrón hidrológico superficial, por las características del tramo del río donde se reducirá el caudal se puede señalar en primera instancia que en esta porción del río, las actividades económicas, ligadas directamente al río son prácticamente nulas y por lo tanto el caudal ecológico como medida compensatoria se centró en el beneficio ambiental, es decir, el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del ambiente ripario. A través de los indicadores de éxito y de calidad mediante el monitoreo del gasto ecológico se garantizará que la alteración del patrón hidrológico superficial no afecte dicha estructura y funcionalidad.

VII.4 Pronóstico ambiental

Con base en la evaluación integral del proyecto, se reconoce que su implementación es recomendable en función del costo-beneficio que significa. Lo anterior se basa en el hecho de que el área sobre la que se desea desarrollar ha sido impactada por actividades antiguas; en tanto que actualmente la principal actividad de deterioro se sustenta en la falta de opciones de desarrollo económico. Evidentemente la generación de energía eléctrica aprovechando la cinética natural de un curso hídrico tan importante como el del Río Apulco, representa un avance a favor del desarrollo de las poblaciones humanas que utilizarán el servicio, desde los inmediatos hasta los de mediano y largo plazo, y desde los directos hasta los indirectos.

Para el escenario con proyecto, la Calidad del Sistema Ambiental indica que los componentes y variables que presentarán mayor impacto son vegetación, uso de suelo y agua; mientras que en el componente socioeconómico los impactos serán benéficos con el proyecto, mejorando la condición socioeconómica regional por la importancia en la prestación del servicio hidroeléctrico. El escenario con proyecto propone que las medidas de mitigación contempladas son suficientes para excluir, minimizar, rectificar, reducir y/o compensar los impactos identificados y valorados, con lo que se contrarrestan los impactos causados por el proyecto y se evita que los procesos biológicos sufran algún deterioro.

Cuando el proyecto se encuentre operando a toda su capacidad y se estén aplicando las medidas que se han identificado en el presente estudio, mismas que se proponen para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generarán, se podrá establecer que el escenario planteado modifica el carácter crónico de las actividades que han venido realizando en el predio, ya que se interrumpen las quemas de la vegetación natural, la actividad agropecuaria, entre otros.

El proyecto en conclusión, no afectará la capacidad de autorregulación y estabilización del ecosistema por lo que es respetuoso ecológicamente y viable ambientalmente en el marco de un desarrollo sustentable local, generando y manteniendo una derrama económica local, regional y nacional fruto del futuro funcionamiento hidroeléctrico al cumplir con las expectativas planteadas con los planes de desarrollo nacional y del estado de Puebla vigentes.

Las operaciones no implican grandes rubros en la alteración del equilibrio ecológico y/o aportes de emisiones o vertimientos que puedan llegar a

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

sobrepasar los límites máximos permisibles, y en todo caso, en las diferentes acciones del proyecto los impactos negativos identificados, son en su mayoría totalmente mitigables, mediante prácticas preventivas, de mitigación y/o compensación.

Tabla 7.3. Pronóstico de Escenarios del Proyecto Hidroeléctrico.

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	GRADO DE ALTERACION ACTUAL DEL FACTOR		CAPACIDAD DE SOPORTAR EL PROYECTO
		Sin medidas	Con medidas	
VEGETACIÓN TERRESTRE	Abundancia	Alta	Bajo	Medio
	Composición	Alta	Bajo	Medio
	Dominancia	Alta	Bajo	Medio
	En estatus de conservación	Alta	Bajo	Medio
SUELO	Perdida de suelo	Alta	Medio	Medio
	Uso actual	Media	Medio	Medio
	Uso potencial	Media	Bajo	Alta
	Erosión	Alta	Medio	Medio
	Drenaje externo	Alta	Medio	Medio
	Estabilidad de laderas	Alta	Medio	Medio
	Geoformas	Media	Bajo	Medio
AGUA	Escorrentías	Alta	Bajo	Medio
	Infiltración	Alta	Bajo	Alta
	Nivel freático	Media	Medio	Alta
	Calidad agua superficial	Media	Medio	Medio
	Calidad agua subterránea	Media	Bajo	Medio
FAUNA TERRESTRE/ ACUÁTICA	Hábitat	Alta	Medio	Medio
	Abundancia	Alta	Medio	Medio
	Cadena tróficas	Media	Bajo	Medio
	Desplazamiento	Alta	Bajo	Medio
	En estatus de conservación	Alta	Bajo	Medio
ATMÓSFERA	Emisión de gases	Alta	Medio	Alta
	Partículas susp.	Alta	Medio	Alta
	Microclima	Media	Medio	Medio
	Visibilidad	Media	Bajo	Alta
	Ruido	Alta	Medio	Alta
PAISAJE	Vista panorámica	Media	Bajo	Medio
	Naturalidad	Media	Bajo	Medio
	Tráfico	Media	Medio	Medio

	Demografía	Media	Medio	Medio
	Cambio de uso del suelo	Media	Medio	Medio
SOCIOECONÓMICO	Demanda servicios	Media	Alta	Alta
	Empleo	Media	Alta	Alta
	Economía local	Media	Alta	Alta
	Servicios de transporte	Media	Medio	Alta
	Seguridad	Media	Medio	Alta
	Salud pública	Media	Alta	Alta

*Grado de alteración del factor. Con esto nos estaremos refiriendo al grado de alteración a las condiciones naturales de cada uno de los factores.

** Los niveles cualitativos de evaluación serán: Alto. Referido a aquellos factores que se encuentren con alteraciones ambientales importantes o totales. Medio. Con este término describiremos aquella afectación moderada donde aún prevalezcan las principales condiciones naturales de los factores ambientales. Bajo. Con esto se señalarán las afectaciones mínimas y apenas detectables en la evaluación. Inexistente. Como inexistente se considerará la ausencia de cualquier tipo de alteración a los factores.

VII.5. Evaluación de alternativas

El proyecto propuesto en este estudio considera la mejor alternativa para su construcción, ya que las características que presenta el sitio, principalmente por las condiciones del relieve, restringen la instalación de las obras por las afectaciones que se obtendrían, de esta forma, en la tabla siguiente se procede a evaluar las alternativas expuestas (sin proyecto y con proyecto), considerando factores de carácter ambiental,

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

social, económicos, técnicos y de seguridad operacional. Al final se muestran los valores empleados para la ponderación.

Como bien se ha señalado en las tablas anteriores con respecto a los impactos en el sitio del proyecto con o sin medidas de mitigación, se usaron valores de alto medio y bajo para representar los impactos ocasionados en cada una de las alternativas; sin embargo, para fines de evaluar que alternativa es la más viable, a dichos impactos se les atribuirá un valor representativo, con la finalidad de generar un análisis cuantitativo de cada alternativa.

Tabla 7.4. Valores de calificación empleados para la ponderación de las alternativas analizadas.

Impacto	(-)	(+)
Alto	-5	5
Medio	-3	3
Bajo	-1	1
Neutro	0	0

Tabla 7.5. Ponderación de las alternativas evaluadas por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
VEGETACIÓN TERRESTRE	Abundancia	-5	-5	-1
	Composición	-5	-5	-1
	Dominancia	-5	-5	-1
	En estatus de conservación	-3	-5	-1
SUELO	Perdida de suelo	-3	-5	-3
	Uso actual	-5	-5	-3
	Uso potencial	-5	-5	-1
	Erosión	-5	-5	-3
	Drenaje externo	-3	-5	-3
	Estabilidad de laderas	-3	-5	-3

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

	Geoformas	-3	-5	-1
AGUA	Escorrentías	-3	-5	-1
	Infiltración	-5	-5	-1
	Nivel freático	-5	-5	-3
	Calidad agua superficial	-3	-3	-3
	Calidad agua subterránea	-3	-3	-1
FAUNA TERRESTRE/ ACUÁTICA	Hábitat	-3	-5	-3
	Abundancia	-3	-5	-3
	Cadena tróficas	-3	-5	-1
	Desplazamiento	-5	-5	-1
	En estatus de conservación	-5	-5	-1
ATMÓSFERA	Emisión de gases	-5	-5	-3
	Partículas susp.	-5	-5	-3
	Microclima	-3	-5	-3
	Visibilidad	-3	-3	-1
	Ruido	-5	-5	-3
PAISAJE	Vista panorámica	-3	-5	-1
	Naturalidad	-3	-5	-1
	Tráfico	-3	-5	-3
	Demografía	-3	-3	-3
	Cambio de uso del suelo	-3	-5	-3
SOCIOECONÓMICO	Demanda servicios	-5	5	5
	Empleo	-5	5	5
	Economía local	-5	5	5
	Servicios de transporte	-5	5	3
	Seguridad	-5	5	3
	Salud pública	-5	5	5
Resultados de Alternativa		-149	-117	37

De las alternativas posibles se ha calculado que la ejecución del proyecto sin medidas de mitigación (Alternativa 1), representa un daño al SAR, ligeramente menor al NO ejecutarse dicho proyecto (Alternativa 0). Sin embargo, al incluir las medidas de mitigación establecidas en el Programa de Manejo Ambiental, se ha calculado que es más benéfico ejecutar el proyecto que no hacerlo.

Nótese que en ambos casos la ponderación es negativa. Pero en la ejecución del proyecto sin medidas de mitigación (Alternativa 1) ciertamente los aspectos ambientales inciden en el carácter de su calificación, y por consecuencia en el valor del resultado, no obstante, es de destacar los beneficios sociales que implica el proyecto en lo que respecta a generación de empleo y generación de energía eléctrica de una manera limpia y sustentable.

De lo expuesto, la alternativa 2 de ejecutar el proyecto con medidas de mitigación, si bien implicará una afectación al medio ambiente, las medidas de mitigación y en especial las medidas de compensación que se implementen, permitirá restaurar al menos 10 veces más la superficie afectada, resultará beneficiosa más aún que en los aspectos sociales y económicos del SAR. A esto debe añadirse una connotación más profunda en términos ambientales, destacándose que el aprovechamiento de energía hidroeléctrica para suplir la demanda que existe en las comunidades de la región, tendrá como consecuencia el desplazamiento de tecnologías capaces de producir contaminación ambiental, como es el caso de la generación eléctrica operada con combustibles fósiles, siendo estos recursos no renovables.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO VIII

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

VIII.1 Presentación de la información.

VIII.1.1 Cartografía.

VIII.1.2 Fotografías

VIII.1.3 Videos

VIII.2 Otros anexos

VIII.2.1 Memorias

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 Presentación de la información

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la presente manifestación de impacto ambiental se presenta en un tanto impreso acompañado de 4 copias debidamente digitalizadas en disco compacto de todo el estudio incluyendo ejemplar de consulta al público, entregando los archivos respectivos del texto en formato Word, así como sus anexos en formatos de imagen como son JPG y PDF.

VIII.1.1 Cartografía

La cartografía elaborada para el análisis de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se puede consultar en forma electrónica.

VIII.1.2 Fotografías

Se anexan las fotografías correspondientes a las condiciones naturales y ambientales del sitio del proyecto.

VIII.1.3 Videos.

Para este apartado, no aplica, toda vez que no existe o se cuenta con algún documento editado para tal fin.

VIII.2 Otros anexos (se presentan en forma digital).

Anexo 1. Estudio Hidroenergético Sistema en Cascada.

El análisis hidroenergético se anexa para reforzar el numeral correspondiente, sin embargo el proyecto Hidroeléctrico Diego, se referirá como ICA IV.

Anexo 2. Estudio hidrológico Sistema en Cascada.

El estudio hidrológico se anexa para tener un marco técnico de la viabilidad de aprovechamiento del proyecto, y para calcular el gasto ecológico recomendado mediante la aproximación del método de Tannen, más un margen de seguridad calculado a partir de la polinomial calculada de cuarto orden, sin embargo para el Proyecto Hidroeléctrico Diego, se referirá como ICA IV.

Anexo 3. Predimensionamiento del Proyecto Hidrológico Diego, sin embargo en dicho documento se referirá como ICA IV.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aparicio F., (2002), *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Ed. Limusa, Noriega Editores, 303 pp.
2. Arizmendi, M.C., y L. Márquez. 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)*. Cipamex-CONABIO-CCN-FMCN, México.
3. 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.
4. Ceballos, G. y G. Oliva (Coords). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
5. Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre, S.C. México.
6. CONAGUA, (2003), *Mapa de Ríos Principales de la República Mexicana, escala 1:2 700 000*. Subgerencia General de Programación, Sistema de Información Geográfica del Agua, de la Comisión Nacional del Agua.
7. CONAGUA, (2005), *Mapa Hidrológico, escala 1:1 000 000*. Sistema de Información Geográfica del Agua, Subgerencia de Programación de la Gerencia Regional Golfo Centro de la Comisión Nacional del Agua.

8. CONABIO, (2010), *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*.
9. *Estrategia Nacional para la Vida Silvestre. Logros y retos para el Desarrollo Sustentable*. Instituto Nacional de Ecología (INE – SEMARNAP). 1995 – 2000.
10. GARCÍA, E., 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*; 3ª. ed., México, D.F.
11. González, M.F. 2004. *Las comunidades vegetales de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México.
12. Gonzalez D.I., Garrido, A., Enriquez C., Gesundheit, P., Cuevas M.L., Cotler H. (2012); *Caracterización de valles fluviales con fines de recuperación de sistemas riparios en las subcuencas del sistema Cutzamala*.
13. INEGI. *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología*, Cap. 3 “Unidades y Subunidades de Suelos”.
14. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Consultado en: www.ine.gob.mx/cuencas-proyectos.
15. *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*. Instituto Nacional de Estadística (INEGI), Geografía e Informática e Instituto Nacional de Ecología (INE – SEMARNAP). MÉXICO 2010.
16. IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103*. FAO, Roma.
17. *Ley de Aguas Nacionales*
18. *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, 2000.

19. MARTÍNEZ, M., 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de Plantas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México.
20. *Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018*, Gobierno de la República.
21. *Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017*, Gobierno de Puebla, acciones que transforman.
22. *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*.
35. Rzedowski, J. y L. Huerta M. 1986. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
36. SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 1976. *Normales Climatológicas, Período 1941-1970; Dirección General de Geografía y Meteorología; Sistema Meteorológico Nacional; México, D.F.*
37. SEMARNAT. 2000. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental*.