

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL

MODALIDAD: PARTICULAR

SECTOR: ELÉCTRICO



PROYECTO HIDROELÉCTRICO LA PAZ



MISIÓN ENERGÉTICA

MISIÓN ENERGÉTICA, SAPI DE CV



RESUMEN EJECUTIVO

Nombre del proyecto

“Proyecto Hidroeléctrico La Paz”.

Estudio de riesgo y su modalidad

La presente MIA-P no presenta estudio de riesgo en ninguna modalidad, debido a que la actividad no implica la realización de actividades altamente riesgosas.

Información general del proyecto

Consiste en la construcción y operación de una Mini hidroeléctrica (MHE) que por sus características en cuanto a su infraestructura y generación de energía eléctrica, se considera una central hidroeléctrica pequeña con derivación y conducción. Se pretende su instalación y operación en el estado de Veracruz, dentro de la jurisdicción municipal de Altotonga, quedando ubicada en la cuenca del río Bobos perteneciente a la Región Hidrológica número 27 Tuxpan-Nautla; cuenca A del río Nautla, subcuenca *i* del río Bobos. En la Figura II.1 se muestra el esquema con la ubicación del sitio de captación del proyecto sobre el río Bobos, donde será aprovechada específicamente la corriente superficial del Río Bobos.

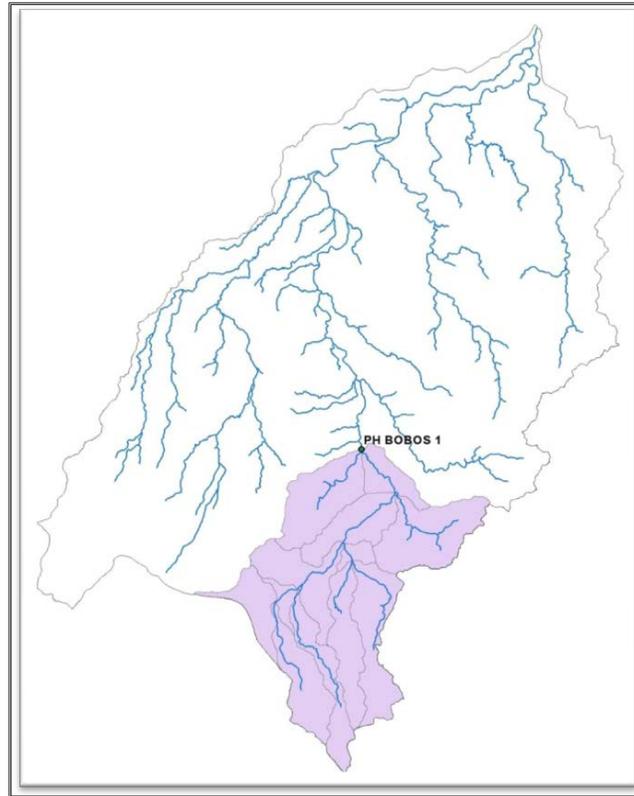


Figura II.1 Ubicación del sitio de captación PH Bobos I – La Paz sobre el río Bobos.

Naturaleza del proyecto

El proyecto “Mini Hidroeléctrica La Paz” tiene como objetivo la generación de energía eléctrica limpia en pequeña escala, que consiste en la instalación y operación de una planta de generación de energía hidroeléctrica con una potencia instalada de 20 MW, con una estimación de generación media anual de 68.46 GWh, a partir de un gasto máximo para equipamiento de 22.00 m³/s., con aprovechamiento de dicho volumen de escurrimiento del río Bobos. Esta energía generada se conducirá a través de una pequeña línea hasta la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La energía cinética y potencial del flujo de agua de Río Bobos será utilizada como energía primaria, la cual será convertida en energía mecánica y así generar energía eléctrica con la mejor tecnología en este momento disponible.



Del estudio hidroenergético se definió un gasto de equipamiento de 22 m³/s, el cual será aprovechado en el sitio, por dos unidades turbogeneradoras (casa de máquinas), una de ellas con el objetivo de aprovechar el caudal durante la época de estiaje; mientras que la segunda unidad permitirá aprovechar los incrementos en el caudal, y principalmente durante la época de avenidas.

Por otra parte, cabe hacer mención en que la definición de estos esquemas se basó en la necesidad de aprovechar el caudal del río sin invadir grandes superficies de terreno; de tal manera que en este dimensionamiento se observará que las obras y actividades son relativamente pequeñas, lo cual favorece importantemente la reducción de impactos negativos al ambiente y por su puesto en los costos de inversión y operación.

En forma sintetizada, el proyecto consiste en la generación de energía eléctrica limpia, que se origina por medio de la captación de agua, seguida de su conducción de un nivel a otro inferior, lo cual conlleva a generar una cierta cantidad de energía potencial acumulada. Al hacer pasar el agua por las turbinas (2), éstas desarrollan un movimiento giratorio que accionan los alternadores y producen la energía eléctrica. Asimismo el proyecto incluye una línea de conducción de electricidad para la interconexión con la red nacional de la transmisión eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, siendo éste el objetivo principal del proyecto, el de cubrir en una pequeña parte la demanda actual.

Dada las dimensiones del proyecto, el flujo de agua necesario para la generación proyectada y la topografía de la zona en donde se ubicará la Mini Hidro Eléctrica (MHE) “La Paz”, se instalará una planta hidroeléctrica tipo tradicional, lo cual no significa que no sea un proceso altamente eficiente, sino todo lo contrario dada su condición de tecnología limpia y de punta, cuyos componentes serán los siguientes:

- Cortina derivadora de tipo gravedad (conducción)
- Obra de toma
- Desarenador
- Línea de conducción de agua,
- Tanque de carga
- Conducción a presión o tubería forzada
- Casa de máquinas con Subestación eléctrica (S.E.) elevadora
- Línea de transmisión



La MHE “La Paz” estará constituida por obra de toma con cortina tipo “Derivadora”, que funcionará por hilo de agua por gravedad y será construida a base de concreto simple; se localizará en el río Bobos y se ubicara en la cota 700.00 msnm, y estará unida por el canal de conducción de 314.75 m de longitud y éste se conectará con el tanque de carga, todo sobre la margen del río, a partir de la que se instalará una tubería forzada de aproximadamente 190.00 m de longitud que llegará hasta la casa de máquinas, ubicada en la cota 600.00 msnm, con lo cual se obtiene una caída libre entre estas dos distancias, que se aprovechara para su operación y además poder regular el flujo de agua que entrará en la casa de máquinas, la cual contara con dos turbinas (para época de estiaje o avenidas) con arreglo horizontal permitiendo la rápida y total reincorporación del agua por medio del canal de desfogue al cauce natural del río.

Selección del sitio

La selección del sitio se llevó a cabo de acuerdo con el análisis realizado por un grupo de especialistas en materia ambiental, ingeniería y socioeconómicas, tomando en cuenta la información recopilada y analizada en la que se incluyen informes, reportes y estadísticas que han sido emitidas por la Secretaría de Energía (SE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la desaparecida Luz y Fuerza del Centro (L y FC), Comisión Reguladora de Energía (CRE), Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); además de las diversas visitas técnicas que se realizaron en la zona para la ubicación del sitio que contará con las características óptimas y factibles para el proyecto.

Se consideraron diversos factores, tanto sociales, económicos, técnicos y ambientales, como son:

- *Disponibilidad de Agua (Estudios Hidrológicos e Hidroenergéticos), para determinación del Caudal Ecológico.*
- *Identificación del uso de los predios a afectar.*



- *Diálogo con autoridades locales y pláticas informativas con propietarios de los predios e identificación de alternativas de beneficio comunitario dentro de la poligonal del proyecto.*
- *Generación de empleos potenciales a los habitantes locales.*
- *Usos de suelo programados*
- *Geología.*
- *Topografía.*
- *Accesos.*
- *Alteraciones y/o afectaciones a las poblaciones vegetales y animales de la zona.*
- *Evaluación de factibilidad y optimización técnico-económica para generación de energía limpia.*
- *Disponibilidad de Agua (Estudios Hidrológicos e Hidroenergéticos), para determinación del Caudal Ecológico.*

Mediante el análisis particular para el proyecto, se obtuvieron los resultados, donde se identificaron sus características principales, a partir de la utilización de información hidrométrica de la mayor precisión posible, consistente con el nivel de este estudio, de tal forma que se emplearon registros de escurrimientos medios mensuales, obtenidos del registro de los escurrimientos medios diarios de la estación hidrométrica más cercana (27001).

Con el objetivo de obtener la respuesta de la cuenca ante los escurrimientos, fue necesario caracterizar la superficie de aportación en el sitio de captación, dado que, en términos hidrológicos, corresponde al punto de salida de la cuenca definida.

A partir de la norma NMX-AA-159-SCFI-2012, se estimó el **caudal ecológico**, con el objetivo que sea analizado en el estudio hidroenergético para su manejo.

Adicionalmente, y como parte de la información asociada al estudio hidrológico, se estimaron las avenidas de diseño para diferentes periodos de retorno, las cuales en su momento son necesarias para la definición de geometrías de las obras que componen el proyecto mini hidroeléctrico “La Paz”, que a continuación se describen:



Coordenadas UTM	MHE “La Paz”
X	695,814.86
Y	2,186,423.53

Tabla II.1. Coordenadas de sitio de captación, en sistema UTM WGS 86

Los afluentes principales del río Bobos son las descargas de la población de Santa Rita, los ríos Las Minas, De Limontita, Ixtoteno, Apaxteno y Las Truchas. El río Las Minas tiene su origen al recibir las afluentes de los ríos Frío y Trinidad. El río Frío recibe los afluentes del río Tenepanoya, después recibe las descargas del río Las Hayas, el río Tenepanoya recibe los afluentes del río Sauce. El río Trinidad se forma al recibir las corrientes del río Valsequillo y río Puerco el cual recibe las corrientes del río Tenenoncoal y Churrero que recibe las corrientes del Arroyo Jorge.

El río de Limontita recibe los afluentes de los ríos Barranca Juan Marcos y El Rincón. El río Las Truchas recibe los afluentes del río Misantla; enseguida recibe la corriente del río Tezcalapa aguas abajo recibe las descargas del pueblo de El Rincón. El río Misantla recibe la corriente del río Quemado, luego recibe los afluentes del Cerro Magdalena.

Las características de una cuenca para un sitio de captación, definen su comportamiento hidrológico; las cuales pueden ser cualitativas, como son su forma, su orientación y/o sus límites; y las cuantitativas que proporcionan información de la capacidad de respuesta ante diversos fenómenos hidrológicos.

Para el sitio identificado, se obtuvieron sus características a partir de la información geográfica, obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), versión 2.0 obteniendo un Modelo Digital de Elevación (MDE), y del Simulador de Flujos de agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), también de esta dependencia. Donde se determinó la siguiente área de Cuenca.



De manera específica, el proyecto se encuentra inmerso dentro del *Programa de Ordenamiento Ecológico Cuencas de los Ríos Bobos y Solteros, Ver.*, instrumento de política pública cuyos Decreto fueron publicados los días 3 de junio del 2004, 7 y 12 de marzo de 2008, en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de Veracruz, Tomos CLXX y CLXXVIII, Números Extraordinarios 111 y 75 y 81 respectivamente, el cual ubica al área de estudio dentro de la UGA 8, dentro de la cual aplican los siguientes criterios:

MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BOBOS Y SOLTEROS, VER.						
UNIDADES DE GESTION AMBIENTAL						
UGA	POLITICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	CRITERIOS ECOLÓGICOS
8	RESTAURACION	ESPACIO NATURAL	TURISMO FLORA Y FAUNA	INFRAESTRUCTURA EQUIPAMIENTO	AGRÍCOLA PECUARIO ASENTAMIENTOS HUMANOS INDUSTRIAL MINERÍA	Tu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 16, 17, 18, C 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 21 Eq 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12 Ff 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, Mae 1, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, Pe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, Ac 1, 2, 3, 4, 5

Cuadro III.2. Políticas y Usos de la UGA.

Como puede observarse, la política de la UGA 8 es de Restauración, con un uso predominante de Espacio Natural, con usos compatibles Turismo y Flora y Fauna, usos condicionados Infraestructura y Equipamiento, teniendo finalmente como usos incompatibles al Agrícola, Pecuario, Asentamientos Humanos, Industrial y Minería.

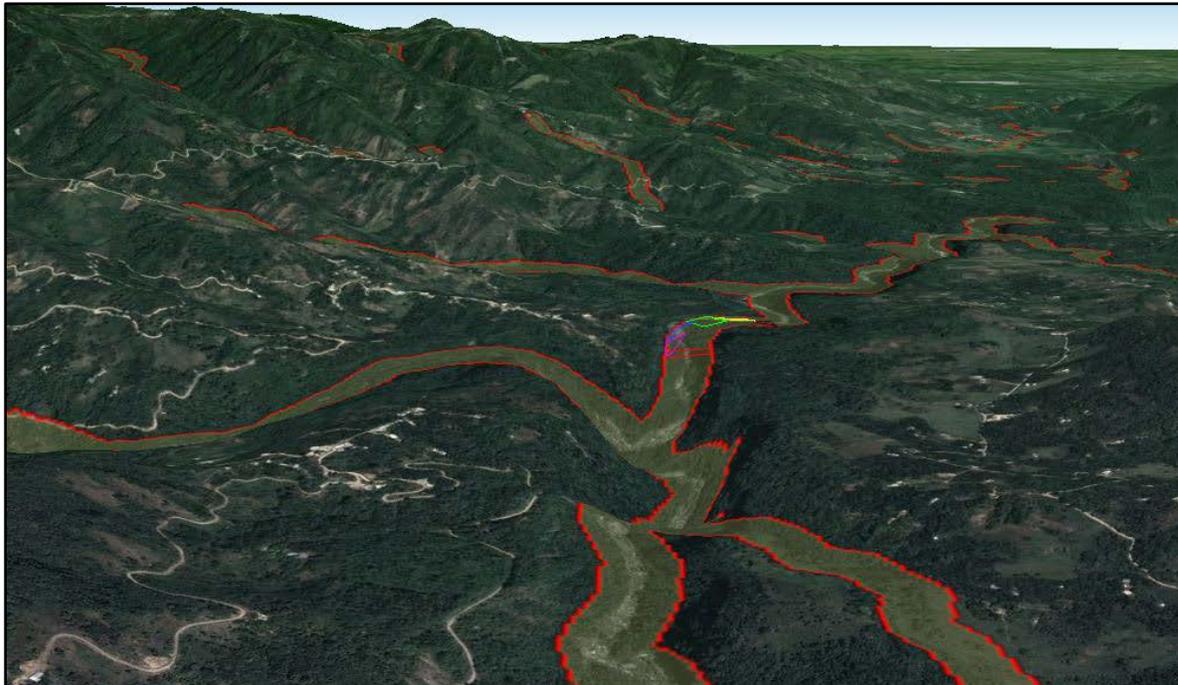


Figura III.4. Unidad de Gestión Ambiental 8 del POER Río Bobos y Solteros.

Así mismo, los Criterios aplicables al proyecto, son:

<i>Tabla de Criterios Ecológicos</i>			
<i>Construcción</i>			
Disposición de desechos	C	6	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos, sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, ríos, lagunas, zonas inundables y áreas marinas.
	C	7	Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, fertilizantes, insecticidas, aguas de lavado, bloques, losetas, ventanería, etc.)deberán disponerse en confinamientos autorizados.
	C	8	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de



			maquinaria en uso en las etapas de preparaci+on, construcción y operación.
Materiales de construcción	C	9	Se recomienda que en la construcción de instalaciones ecoturísticas se promueva la utilización de materiales naturales que no se encuentren amenazados (madera, palma, tierra, etc.).
Protección	C	10	Estará prohibido todo tipo de construcción en las orillas de los cuerpos de agua (ríos, ciénaga y manglar); la distancia de la obra se evaluará para cada proyecto en particular.
	C	11	La construcción de cualquier obra deberá respetar el limite federal, proteger las playas, línea costera, dunas costeras y ríos que la rodean, así como la vegetación nativa de la zona.
	C	12	No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén identificadas dentro de las áreas de alto riesgo en el mapa de riesgo ante eventos naturales.
Derecho de vía	C	16	Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.
Zonas de valor histórico	C	17	En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico.
Puentes	C	21	En aquellas zonas donde el efecto de la compactación del suelo por la construcción de carreteras impide el flujo natural del agua provocando inundaciones deberán construirse puentes carreteros.
<i>Equipamiento</i>			
Manejo de residuos sólidos	Eq	1	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua.



	Eq	2	Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.
	Eq	3	Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.
Manejo de residuos líquidos	Eq	6	Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la Ley Nacional de Aguas y su Reglamento.
	Eq	7	Los desarrollos de cualquier tipo, asentamientos humanos y proyectos productivos que no se encuentren conectados al sistema de drenaje municipal deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos de tratamiento y reutilización.
Muelles y embarcaderos	Eq	8	Se deberán realizar estudios específicos de impacto en tierra y mar para la construcción de muelles, embarcaderos y malecones.
	Eq	9	Solo se permitirá la construcción de embarcaderos rústicos de madera.
Restricción Marítimo Terrestre	Eq	10	La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas y la línea de costa que la rodean así como la vegetación pionera nativa de la zona y la vegetación riparia.
Represas	Eq	12	Cuando se requiera realizar obras de represamiento deberán realizarse estudios específicos que analicen la alteración de los flujos de agua y sedimentos.

Delimitación del área de estudio.



El Sistema Ambiental (SA) se delimita generalmente con base en el concepto de cuenca hidrológica y los límites corresponden a la línea del parteaguas de las cuencas de drenaje. Este criterio se ha utilizado en razón de que los recursos hídricos continentales son una componente esencial e imprescindible de todos los ecosistemas terrestres. Así, el espacio común en donde interactúan e interdependen, en un proceso permanente y dinámico, los componentes físico, biótico y socioeconómico, es justamente la cuenca. Con este enfoque, el área de estudio es el área drenada por una corriente o sistema interconectado de cauces en la que todo o parte del escurrimiento originado en tal área es descargado a través de una única salida al mar.

La utilización de la cuenca para la definición del área de estudio resulta consistente con el objetivo de evaluar el impacto sobre los regímenes hidrológicos de una modificación en los usos del suelo, ya que es en la cuenca donde se pueden compatibilizar las actividades humanas con la interacción de todos los recursos naturales que la integran.

Ahora bien, la extensión de una región hidrológica puede ser tan amplia como la de un país entero. En México, y atendiendo únicamente al criterio hidrológico, la regionalización del país está jerarquizada en función de la superficie cubierta en: regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas. Por otra parte, existe una relación inversa entre la escala espacial en la que se pueden observar los impactos y la escala en la que podrían extenderse dichos impactos. En el caso extremo, a escala de una región hidrológica se pueden contemplar todas las interacciones existentes entre los usuarios de los recursos y el ambiente que los rodea en su contexto más amplio; sin embargo, a esta misma escala, una actividad que genere un cambio en el uso del suelo o cuerpo de agua con una extensión muy local (hectáreas o decenas de hectáreas) provocaría impactos cuya valoración en el contexto del marco de estudio serían prácticamente nulos, razón por la cual no es conveniente definir el área de estudio al nivel de la región hidrológica.

Dada la naturaleza del proyecto, y por estar ubicada dentro de una UGA de un POER Decretado, se procedió a tomar como Sistema Ambiental el polígono de afectación inmediata dentro de la UGA 8, conformado por Cortina, Desarenador, Canal de Conducción, Tanque de Carga, Tubería de presión y Casa de Máquinas (Anexo 5).



Diagnóstico ambiental.

Clima.

La zona de influencia se encuentra circunscrita dentro de un tipo de clima (Cf), que corresponde al clima templado-húmedo, con poca oscilación climática, sin que el desarrollo del proyecto genere alteraciones en este factor.

Precipitación.

De igual manera, el desarrollo del proyecto de construcción de la presa hidrológica PH La Paz, para la generación de energía eléctrica, no generará cambios en los regímenes de precipitación y el patrón pluvial y de escurrimiento actual. Asimismo, tampoco se verá afectado el proyecto, si las condiciones meteorológicas propician condiciones de precipitación atípica o extrema.

Eventos climatológicos extremos.

Según la información recabada, la presencia de granizadas, tormentas tropicales, huracanes son eventos poco notorios a través del año, reportándose para la zona del proyecto una densidad de peligro bajo; sin embargo, lo más notable corresponde a la presencia de heladas, reportándose para la región centro un rango de 91 a 120 días; sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la ocurrencia de estas heladas, pueden tener un fuerte impacto en la región, por los daños causados a la agricultura principalmente, sin que ello signifique riesgos para las obras del proyecto.

Aire

Dada las condiciones de la zona, y tomando en cuenta que no se cuenta en el municipio de Altotonga con una red de monitoreo atmosférico, no se presentan en la actualidad condiciones

de mala calidad del aire en la zona, y no se vislumbra alteraciones significativas en el futuro dada las condiciones de intensidad y viento dominante en la zona.

Suelos

Los suelos, principalmente de la región, han presentado un aprovechamiento diverso según las condiciones de manejo y aprovechamiento. Así pues, mientras algunos suelos de textura media principalmente en las zonas de montaña y con clima semifrío o frío, ricos en materia orgánica y cationes representan recursos de elevada importancia agrícola, estos no siempre presentan las condiciones de manejo necesarias para asegurar su desempeño óptimo en un plazo de tiempo considerable.

Hidrología

Este es el componente de mayor interés para el presente estudio. La captación de los escurrimientos provenientes de la cuenca del Río Bobos, presentan condiciones de calidad de agua moderadamente aceptables, esto establecido a partir de la observación de que en la zona de influencia, existen fuentes puntuales de contaminación que haga suponer que los escurrimientos contengan parámetros fuera de la norma respectiva.

La condición superficial del agua se verá afectada por la presa y por la descarga aguas abajo del caudal aprovechado para la generación de energía eléctrica; sin embargo, el desarrollo del proyecto, no representaría fuertemente cambios importantes en el sistema hidrológico de la zona.

Flora

Las principales formas de vegetación los comprenden una zona alterada y desmontada parcialmente para la agricultura y pastizales, y que correspondía a vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña y vegetación secundaria. Por la dinámica de la actividad económica en la zona, la vegetación riparia y de bosque mesófilo se observa como un gran dosel poco estratificado. Sin embargo, es posible observar en los sitios de difícil manejo y acceso, elementos

netamente riparios y de vegetación natural de la comunidad de Bosque Mesófilo, y que contribuyen de manera importante en el balance hídrico, climático y biológico del SAR.

Asimismo, los diferentes tipos de vegetación en el SAR constituyen un sistema de parches o mosaico que han sido intervenidos con mayor o menor grado por las diversas actividades humanas en la zona. Es particular, la vegetación de bosque mesófilo de montaña alterado sobre la cual incidirá el proyecto representan un bajo porcentaje del SA, mientras que los restantes tipos de vegetación no serán afectados.

De la totalidad de especies vegetales identificadas, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, “Sobre la 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”. Aunque cabe la posibilidad que si se lleguen a encontrar.

Fauna

Dada al relativo distanciamiento con núcleos de población existentes, la población faunística es variada siendo las actividades agroindustriales su principal amenaza. Los estudios sobre la fauna en el municipio han sido más bien escasos y de carácter regional, pero tomando como base la ubicación física del proyecto y asociándolo al tipo de vegetación, se pudo establecer que la fauna corresponde a fauna de las dos grandes áreas zoogeográficas, neotropical y neártica, principalmente residente y en menor medida de tipo migratorio.

La fauna silvestre en general y en particular los vertebrados terrestres anfibios, reptiles, aves y mamíferos, 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.

En el municipio de Altotonga y en el SA, la fauna solo considera 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.

La fauna, al igual que la flora, está integrada principalmente por su gran biodiversidad por elementos de la confluencia de dos grandes áreas zoogeográficas la neártica y neotropical, obedeciendo a patrones de distribución determinados por el clima, fisiografía y vegetación.



Las aves son el grupo con mayor número de especies dentro del municipio y las de mayor facilidad de observación. Para el municipio se tienen registradas cerca de 140 especies. Para el grupo de anfibios se incluyen los sapos (*Bufo sp*) y rana (*Rana sp.*), hasta la fecha se tienen registrados para la región y dentro del SA 20 especies, cabe mencionar que este es el orden menos estudiado de los vertebrados, sin embargo este grupo es considerado un indicador de la calidad del hábitat, y de los cuales, solo dos se observaron en el sitio del proyecto.

a) Síntesis del inventario

En algunos estudios de Impacto Ambiental, a efecto de resumir la información derivada del inventario ambiental, ofrecen una cartografía única en la que se intenta reflejar las características de cada punto del territorio, agrupándolas posteriormente en unidades homogéneas, tanto internamente, como con respecto a la respuesta ante una determinada actuación. Para ello, se han propuesto diversas metodologías de integración, partiendo de dos enfoques distintos, que han sido ampliamente empleadas en estudios de ordenamiento territorial (SEMARNAT, 2002).

El primero de ellos (González Bernáldez, et al. 1973), parte de un concepto integrador en el que cada unidad pretende ser una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas, recurriendo a lo que se ha denominado unidades de percepción o fenosistemas, es decir “partes perceptibles del sistema de relaciones subyacentes”. Se ha empleado habitualmente en estudios de planificación y en algunas ocasiones en estudios de impacto ambiental.

El segundo enfoque se fundamenta en la superposición de las distintas unidades determinadas en la cartografía temática, habiéndose propuesto diversos modelos para ello que abarcan desde una superposición simple, hasta una superposición ponderada. Esta síntesis puede efectuarse mediante técnicas manuales o automáticas (MOPU, 1981).

González-Bernáldez *et al.* (1973) parte de un concepto integrador en el que cada unidad pretende ser una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas, recurriendo a lo que se ha denominado unidades de percepción o fenosistemas, es decir partes perceptibles del sistema de relaciones subyacentes.



El diseño metodológico elaborado consta de tres etapas, ordenadas secuencialmente: 1) información e identificación, en la que se determinan las unidades de paisaje; 2) caracterización, en la que se selecciona el conjunto de variables significativas que definen cada unidad y, finalmente, 3) clasificación y catalogación de las mismas.

1) Información e identificación.

En esta fase se determina la escala de trabajo y se procede a la delimitación de unidades de paisaje mediante el método empírico. La escala seleccionada para la identificación de unidades es 1:2500, pues presenta suficiente resolución para detectar cambios significativos en el paisaje y, al mismo tiempo, no resulta excesivamente detallada, lo que dificultaría su comparación con otros entornos. El procedimiento para la delimitación de unidades es el de Pérez-Chacón (2002).

Entre los criterios más utilizados en esta fase inicial por los diferentes autores destacan los de carácter fisonómico, considerando que el fenopaisaje no hace más que traducir el conjunto de interacciones que subyacen en la organización de un paisaje dado. Esta primera zonificación fue corroborada y/ o corregida, mediante el trabajo de campo y la caracterización, abordada en el apartado siguiente. Asimismo, también en esta fase se recopiló información documental de carácter territorial que pueda ser de utilidad para comprender el área analizada.

2) Caracterización.

Tras la primera aproximación –fase de identificación– en la que se utiliza la fisonomía del paisaje (fenopaisaje) como indicador externo esencial de las estructuras profundas (criptopaisaje) que lo definen, se procede a la caracterización de cada unidad, realizando el siguiente análisis: *Estudio de los elementos del paisaje; Análisis de la estructura del paisaje y Caracterización de la dinámica del paisaje.*

3) Clasificación y Catalogación.

En esta fase se ha procedido a clasificar las unidades identificadas y caracterizadas. Para ello, se optó por la clasificación en función de la dominancia de elementos que proponen Bovet

y Ribas (1989, 1992) y Pérez-Chacón *et al.*, (1995). La clasificación se basa en la dominancia de elementos estructurales y en el estudio de la dinámica que generan en el geosistema. Es necesario determinar previamente cuál será la escala de referencia, pues las interrelaciones entre los elementos varían en función de la razón de escala. En el presente estudio, la escala considerada es 1:2500.

En cada unidad se determina qué grupo de elementos estructurales (abióticos, bióticos y antrópicos) es el dominante, o si existe más de uno. Para establecer esta jerarquización entre componente se sigue el procedimiento señalado por Pérez-Chacón *et al.* (1995). Se consideran un total de 15 categorías que, para la simplificación de su denominación, pueden ser representadas por letras o símbolos (Figura IV.5).

□ F		○ B		△ A	
□○ Fb	□△ Fa	○□ Bf	○△ Ba	△□ Af	△○ Ab
□△○ Fba	□△○ Fab	○□△ Bfa	○□△ Baf	△□○ Afb	△□○ Abf

Figura IV.5. Clasificación de fenopaisajes con dominancia abiótica (F), biótica (B) y antrópica (A).

TIPOS DE PAISAJES (FENOPAISAJES)		
Paisajes con predominio de elementos:		
<i>Abióticos (F)</i>	<i>Bióticos (B)</i>	<i>Antrópicos (A)</i>
<i>F</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<i>Fb</i>	<i>Bf</i>	<i>Af</i>
<i>Fa</i>	<i>Ba</i>	<i>Ab</i>
<i>Fba</i>	<i>Bfa</i>	<i>Afb</i>
<i>Fab</i>	<i>Baf</i>	<i>Abf</i>

Cuadro IV.1. Clasificación de interacciones entre fenopaisajes con predominio de sus elementos.

A continuación se muestra cada uno de los tipos de paisaje clasificados en la zona de estudio, de acuerdo a la metodología propuesta.



Ba

Predominio de elementos bióticos sobre trazas de antrópicos.



En esta foto se observa el predominio del elemento biótico sobre el antrópico, representado por el paisaje natural al fondo.

Unidad del Fenopaisaje 1



Ba

Predominio de elementos bióticos sobre trazas de antrópicos.



En esta foto se observa el predominio del elemento biótico sobre el antrópico, representado por paisaje natural al fondo.

Unidad del Fenopaisaje 2



Ba Predominio de elementos bióticos sobre trazas de antrópicos.



En esta foto se observa el predominio del elemento biótico sobre el antrópico, representado por paisaje natural al fondo.

Unidad del Fenopaisaje 3

La última fase de la clasificación se realizó incorporando la denominación de la unidad, lo que permite una catalogación más precisa y, en este caso, con una clara referencia a cuestiones de ámbito más local. A su vez, la denominación de la unidad fue establecida con los mismos criterios de dominancia de elementos.

En resumen, los fenopaisajes encontrados por unidad de paisaje son:

TIPOS DE PAISAJES (FENOPAISAJES)	
Unidad	Fenopaisaje
<i>1</i>	<i>Ba</i>
<i>2</i>	<i>Ba</i>
<i>3</i>	<i>Ba</i>

Pronóstico del escenario.

Para poder establecer un pronóstico desde luego con base en lo desarrollado hasta ahora, es necesario anticipar escenarios en el que se tienen eventos que prevén impactos negativos; sin



que ello signifique que pueda verse sólo desde ese punto de vista; pero por definición un impacto positivo indica una aceptación de las partes que conforman el sistema ambiental; es necesario saber qué se haría o a que se estaría exponiendo el sistema con impactos negativos.

❖ *Preparación y construcción*

Sin lugar a dudas, son las etapas con mayor generación de impactos y es la de preparación donde se detonaran aquellos que tendrán un impacto negativo de mayor magnitud y aquellos que se convertirán en residuales. El centro de atención se encuentra en la definición, información y selección. Con una mala o deficiente definición de los alcances de la etapa, canalizará información de la misma calidad llevando a que la selección de personal, maquinaria y equipo, sea el inadecuado provocando con ello una alteración prácticamente irreversible. Por ello, es necesario que la calidad de la información que obtengan los responsables directos del proyecto sobre todo los que estarán físicamente en el sitio; sea clara y precisa sobre la importancia del sistema ambiental en el que se desarrollará el proyecto. Indispensable que se entienda que son los ordenamientos ambientales los que rigieron al proyecto ejecutivo y que siguen siendo ellos los que permitirán que la operación de este sea aceptado por el sistema ambiental.

En consecuencia, se reitera a los responsables de la ejecución del proyecto, que la omisión de las recomendaciones presentadas en este documento, las que la autoridad establezca anexas y durante la ejecución (frentes de trabajo), tendrán consecuencias que llevaran a una larga recuperación del sistema ambiental y en algunos casos su irreversibilidad.

❖ *Operación*

De igual manera, una operación que sea parte del sistema ambiental, estriba en el conocimiento no solo del sistema de generación de energía eléctrica, sino que requerirá que el personal identifique las condiciones antes y después de la construcción y cuáles han sido las metas establecidas para la recuperación y conservación del sistema ambiental. La omisión por parte del personal responsable de la operación o nula información hacia ellos, orientará sin lugar a dudas a escenarios que poco a poco llevaran al quebrantamiento del sistema ambiental y social.



MISIÓN ENERGÉTICA

MIA-P
SECTOR ELÉCTRICO



Programa de vigilancia ambiental.

Implícitamente, durante el desarrollo del documento, se han identificado puntos que sin lugar a dudas, son parte de cualquier programa de vigilancia ambiental que se genere. Desde nuestro punto de vista, el programa se generaliza en lo manifestado en el capítulo 6. Y es la recomendación que se detalle y adecúe como se manifiesta, previo al inicio de cualquier frente de trabajo para cualquier etapa. El párrafo anterior, en realidad está indicando el establecimiento de un programa de vigilancia ambiental.

Conclusiones.

La propuesta de construcción de la Hidroeléctrica La Paz (Bobos I) como todo proyecto, puede verse desde muchos puntos de vista y se encontraran muchas aristas. Y es finalmente a través de este documento, que se pretende mostrar los elementos legales, técnicos, socioculturales y económicos que permiten el desarrollo condicionado de un proyecto o su negativa a él; con este documento, permitirá tener un inicio o puntos de partida de todo aquél interesado con personalidad moral o física que desee expresar o establecer los argumentos -bajo los elementos antes mencionados- que condicione su construcción.

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

I.1 Proyecto

Se elabora e incluye el croquis (tamaño doble carta), donde se señalan las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y otras que permitan su fácil ubicación, en escala 1:15,000 para una mejor apreciación del área real del proyecto (Anexo 1).

I.1.1 Nombre del proyecto

“Proyecto Hidroelectrico La Paz”.

I.1.2 Ubicación del proyecto

La ubicación del pretendido proyecto es sobre el cauce del Río Bobos, a la altura de la localidad de Rio Vasco II, en el municipio de Altotonga, Ver. (Figura I.1).

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto (acotarlo en años o meses)

Se contempla solicitar la autorización para un periodo de 30 años, con la finalidad de garantizar por este periodo la funcionalidad del proyecto que tiene contemplado la promotora. Se harán operaciones menores de mantenimiento y limpieza para garantizar la integridad de los componentes. El presente estudio abarcará las etapas de preparación, construcción y operación.

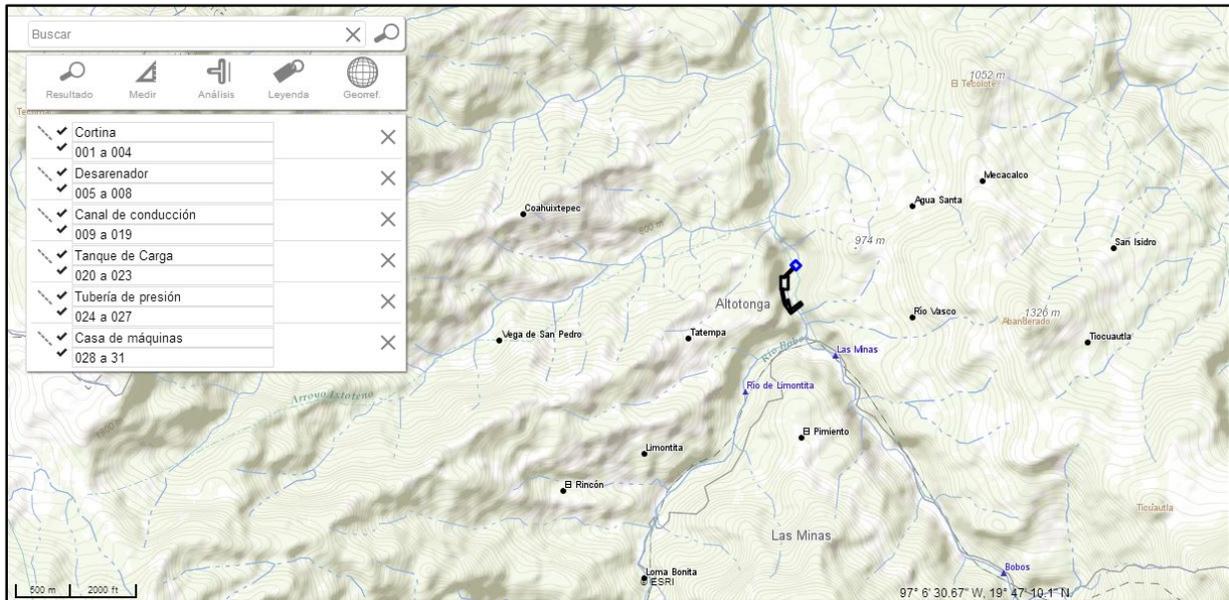


Figura I.1. Ubicación del proyecto.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto es propiedad privada.

I.2. Promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

[Empty yellow box for registration information]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.

[Empty yellow box for name and position of legal representative]

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

[Empty yellow box for address]

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o Razón Social.

[Empty yellow box for name or social reason]

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

[Empty yellow box for registration or CURP]

I.3.3. Nombre de los participantes en la elaboración del estudio.

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

Consiste en la construcción y operación de una Mini hidroeléctrica (MHE) que por sus características en cuanto a su infraestructura y generación de energía eléctrica, se considera una central hidroeléctrica pequeña con derivación y conducción. Se pretende su instalación y operación en el estado de Veracruz, dentro de la jurisdicción municipal de Altotonga, quedando ubicada en la cuenca del río Bobos perteneciente a la Región Hidrológica número 27 Tuxpan-Nautla; cuenca A del río Nautla, subcuenca *i* del río Bobos. En la Figura II.1 se muestra el esquema con la ubicación del sitio de captación del proyecto sobre el río Bobos, donde será aprovechada específicamente la corriente superficial del Río Bobos.

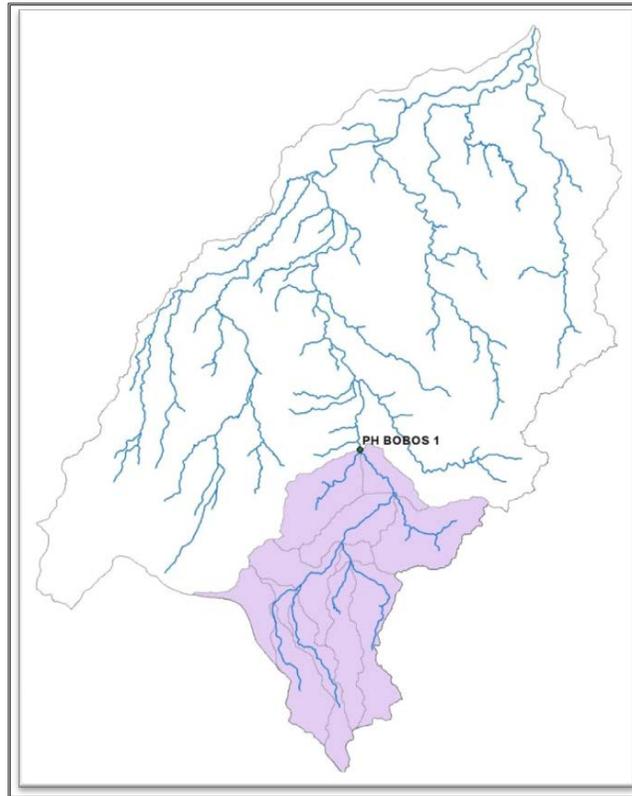


Figura II.1 Ubicación del sitio de captación PH Bobos I – La Paz sobre el río Bobos.

III.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto “Mini Hidroeléctrica La Paz” tiene como objetivo la generación de energía eléctrica limpia en pequeña escala, que consiste en la instalación y operación de una planta de generación de energía hidroeléctrica con una potencia instalada de 20 MW, con una estimación de generación media anual de 68.46 GWh, a partir de un gasto máximo para equipamiento de 22.00 m³/s., con aprovechamiento de dicho volumen de escurrimiento del río Bobos. Esta energía generada se conducirá a través de una pequeña línea hasta la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La energía cinética y potencial del flujo de agua de Río Bobos será utilizada como energía primaria, la cual será convertida en energía mecánica y así generar energía eléctrica con la mejor tecnología en este momento disponible.

Del estudio hidroenergético se definió un gasto de equipamiento de 22 m³/s, el cual será aprovechado en el sitio, por dos unidades turbogeneradoras (casa de máquinas), una de ellas con el objetivo de aprovechar el caudal durante la época de estiaje; mientras que la segunda unidad permitirá aprovechar los incrementos en el caudal, y principalmente durante la época de avenidas.

Por otra parte, cabe hacer mención en que la definición de estos esquemas se basó en la necesidad de aprovechar el caudal del río sin invadir grandes superficies de terreno; de tal manera que en este dimensionamiento se observará que las obras y actividades son relativamente pequeñas, lo cual favorece importantemente la reducción de impactos negativos al ambiente y por su puesto en los costos de inversión y operación.

En forma sintetizada, el proyecto consiste en la generación de energía eléctrica limpia, que se origina por medio de la captación de agua, seguida de su conducción de un nivel a otro inferior, lo cual conlleva a generar una cierta cantidad de energía potencial acumulada. Al hacer pasar el agua por las turbinas (2), éstas desarrollan un movimiento giratorio que accionan los alternadores y producen la energía eléctrica. Asimismo el proyecto incluye una línea de conducción de electricidad para la interconexión con la red nacional de la transmisión eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, siendo éste el objetivo principal del proyecto, el de cubrir en una pequeña parte la demanda actual.

Dada las dimensiones del proyecto, el flujo de agua necesario para la generación proyectada y la topografía de la zona en donde se ubicará la Mini Hidro Eléctrica (MHE) “La Paz”, se instalará una planta hidroeléctrica tipo tradicional, lo cual no significa que no sea un proceso altamente eficiente, sino todo lo contrario dada su condición de tecnología limpia y de punta, cuyos componentes serán los siguientes:

- Cortina derivadora de tipo gravedad (conducción)
- Obra de toma
- Desarenador
- Línea de conducción de agua,
- Tanque de carga
- Conducción a presión o tubería forzada
- Casa de máquinas con Subestación eléctrica (S.E.) elevadora
- Línea de transmisión

La MHE “La Paz” estará constituida por obra de toma con cortina tipo “Derivadora”, que funcionará por hilo de agua por gravedad y será construida a base de concreto simple; se localizará en el río Bobos y se ubicará en la cota 700.00 msnm, y estará unida por el canal de conducción de 314.75 m de longitud y éste se conectará con el tanque de carga, todo sobre la margen del río, a partir de la que se instalará una tubería forzada de aproximadamente 190.00 m de longitud que llegará hasta la casa de máquinas, ubicada en la cota 600.00 msnm, con lo cual se obtiene una caída libre entre estas dos distancias, que se aprovechará para su operación y además poder regular el flujo de agua que entrará en la casa de máquinas, la cual contará con dos turbinas (para época de estiaje o avenidas) con arreglo horizontal permitiendo la rápida y total reincorporación del agua por medio del canal de desfogue al cauce natural del río.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio se llevó a cabo de acuerdo con el análisis realizado por un grupo de especialistas en materia ambiental, ingeniería y socioeconómicas, tomando en cuenta la

información recopilada y analizada en la que se incluyen informes, reportes y estadísticas que han sido emitidas por la Secretaría de Energía (SE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la desaparecida Luz y Fuerza del Centro (L y FC), Comisión Reguladora de Energía (CRE), Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); además de las diversas visitas técnicas que se realizaron en la zona para la ubicación del sitio que contará con las características óptimas y factibles para el proyecto.

Se consideraron diversos factores, tanto sociales, económicos, técnicos y ambientales, como son:

- *Disponibilidad de Agua (Estudios Hidrológicos e Hidroenergéticos), para determinación del Caudal Ecológico.*
- *Identificación del uso de los predios a afectar.*
- *Diálogo con autoridades locales y pláticas informativas con propietarios de los predios e identificación de alternativas de beneficio comunitario dentro de la poligonal del proyecto.*
- *Generación de empleos potenciales a los habitantes locales.*
- *Usos de suelo programados*
- *Geología.*
- *Topografía.*
- *Accesos.*
- *Alteraciones y/o afectaciones a las poblaciones vegetales y animales de la zona.*
- *Evaluación de factibilidad y optimización técnico-económica para generación de energía limpia.*

- *Disponibilidad de Agua (Estudios Hidrológicos e Hidroenergéticos), para determinación del Caudal Ecológico.*

Mediante el análisis particular para el proyecto, se obtuvieron los resultados, donde se identificaron sus características principales, a partir de la utilización de información hidrométrica de la mayor precisión posible, consistente con el nivel de este estudio, de tal forma que se emplearon registros de escurrimientos medios mensuales, obtenidos del registro de los escurrimientos medios diarios de la estación hidrométrica más cercana (27001).

Con el objetivo de obtener la respuesta de la cuenca ante los escurrimientos, fue necesario caracterizar la superficie de aportación en el sitio de captación, dado que, en términos hidrológicos, corresponde al punto de salida de la cuenca definida.

A partir de la norma NMX-AA-159-SCFI-2012, se estimó el **caudal ecológico**, con el objetivo que sea analizado en el estudio hidroenergético para su manejo.

Adicionalmente, y como parte de la información asociada al estudio hidrológico, se estimaron las avenidas de diseño para diferentes periodos de retorno, las cuales en su momento son necesarias para la definición de geometrías de las obras que componen el proyecto mini hidroeléctrico “La Paz”, que a continuación se describen:

Coordenadas UTM	MHE “La Paz”
X	695,814.86
Y	2,186,423.53

Tabla II.1. Coordenadas de sitio de captación, en sistema UTM WGS 86

Los afluentes principales del río Bobos son las descargas de la población de Santa Rita, los ríos Las Minas, De Limontita, Ixtoteno, Apaxteno y Las Truchas. El río Las Minas tiene su origen al recibir las afluentes de los ríos Frío y Trinidad. El río Frío recibe los afluentes del río Tenepanoya, después recibe las descargas del río Las Hayas, el río Tenepanoya recibe los afluentes del río Sauce. El río Trinidad se forma al recibir las

corrientes del río Valsequillo y río Puerco el cual recibe las corrientes del río Tenenoncoal y Churrero que recibe las corrientes del Arroyo Jorge.

El río de Limontita recibe los afluentes de los ríos Barranca Juan Marcos y El Rincón. El río Las Truchas recibe los afluentes del río Misantla; enseguida recibe la corriente del río Tezcalapa aguas abajo recibe las descargas del pueblo de El Rincón. El río Misantla recibe la corriente del río Quemado, luego recibe los afluentes del Cerro Magdalena.

Las características de una cuenca para un sitio de captación, definen su comportamiento hidrológico; las cuales pueden ser cualitativas, como son su forma, su orientación y/o sus límites; y las cuantitativas que proporcionan información de la capacidad de respuesta ante diversos fenómenos hidrológicos.

Para el sitio identificado, se obtuvieron sus características a partir de la información geográfica, obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), versión 2.0 obteniendo un Modelo Digital de Elevación (MDE), y del Simulador de Flujos de agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), también de esta dependencia. Donde se determinó la siguiente área de Cuenca.

Tabla II.2. Área de la cuenca y factor global de transporte de portación al proyecto Mini hidroeléctricos “La Paz” sobre el río Bobos

Área cuenca (km ²)	MHE “La Paz” o Bobos 1
Factor Global de Transporte	0.1695

La longitud y pendientes, se calculó por el método Taylor-Schwarz:

Tabla II.3. Longitud y pendiente del cauce principal

Sitio	Longitud (km)	Pendiente (decimales)
MHE “La Paz”	36.98	0.0351

Para la estimación de agua disponible, se realizó la revisión de las estaciones hidrométricas más cercanas, donde se identificó que la estación con la mejor calidad y principalmente longitud de registro es la estación 27001: “Martínez de la Torre”, con un periodo de 1953 a 2005.

Tabla II.4 Gastos medios mensuales en el sitio de captación

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1953	6.9	5.2	4.2	4.5	3.8	3.9	5.3	4.7	15.2	29.1	15.5	5.9	8.7
1954	5.0	7.6	5.0	3.7	3.6	6.5	13.0	4.4	29.4	33.7	10.4	4.8	10.6
1955	4.4	4.6	3.9	3.1	2.5	2.2	12.5	8.7	44.5	24.5	16.7	13.6	11.8
1956	8.2	5.8	6.6	4.9	5.2	8.7	8.7	8.2	34.2	11.5	11.8	7.9	10.1
1957	5.6	4.7	5.8	6.8	4.8	5.4	5.3	8.3	12.1	12.4	7.9	5.9	7.1
1958	6.8	3.9	4.2	3.4	4.3	6.0	12.9	6.0	12.2	15.6	19.9	14.6	9.1
1959	8.1	6.4	9.4	7.9	5.9	12.9	9.1	8.4	8.1	17.2	16.3	8.0	9.8
1960	6.1	5.8	6.2	7.5	5.8	5.6	11.2	8.5	17.9	8.7	11.5	7.9	8.6
1961	7.4	6.5	5.4	3.6	4.0	6.8	9.8	15.2	14.3	21.6	21.7	10.3	10.6
1962	8.5	5.6	4.8	8.5	4.9	4.8	7.0	5.2	12.0	13.1	8.8	10.3	7.8
1963	6.7	5.1	4.4	4.1	3.7	3.4	8.8	8.3	15.1	12.1	10.5	9.5	7.6
1964	6.6	5.4	4.8	5.8	5.9	13.1	9.2	5.1	7.6	14.6	14.9	14.3	8.9
1965	14.1	5.8	5.3	7.4	5.2	6.3	8.0	15.9	10.6	14.9	11.0	6.9	9.3
1966	5.9	6.7	6.5	6.1	6.9	9.6	10.7	7.1	20.1	21.5	10.1	5.8	9.7
1967	7.1	7.8	5.3	3.7	3.7	5.4	4.7	5.4	28.6	16.4	9.5	5.7	8.6
1968	5.5	4.0	3.2	3.3	2.9	3.0	10.9	8.1	13.3	15.4	9.3	14.2	7.8
1969	8.6	6.5	5.8	5.6	6.4	3.9	10.0	22.6	38.6	16.7	11.4	7.5	12.0
1970	5.5	7.7	5.6	4.0	3.7	6.3	9.5	12.5	12.9	13.5	9.1	4.5	7.9
1971	5.3	6.2	5.9	5.3	3.6	4.0	6.6	7.7	8.0	17.3	17.0	7.1	7.8
1972	5.3	5.0	5.6	4.8	5.8	16.9	13.4	12.5	12.0	11.1	15.6	8.9	9.7
1973	6.2	8.2	7.1	4.6	7.5	7.2	10.2	13.7	11.3	14.6	6.1	8.8	8.8
1974	5.3	5.2	3.7	4.5	3.6	18.4	10.3	6.0	24.4	17.7	12.6	8.6	10.0
1975	5.9	8.0	4.0	3.7	3.5	6.8	6.2	5.7	24.0	23.1	8.3	9.7	9.1
1976	16.1	6.7	5.5	4.0	5.9	17.2	16.8	10.8	14.2	26.2	12.7	7.9	12.0
1977	6.4	6.9	4.7	3.7	3.1	5.3	6.2	6.3	7.1	13.0	13.1	9.1	7.1
1978	6.1	5.5	6.6	4.5	3.3	9.1	6.7	10.7	22.2	19.3	11.0	6.8	9.3
1979	6.0	6.0	4.5	4.6	6.9	12.4	8.2	13.7	29.6	8.5	12.3	8.7	10.1
1980	6.4	5.9	6.0	6.1	4.0	5.1	4.7	7.0	23.3	17.6	9.8	5.9	8.5
1981	5.8	7.0	6.2	7.2	7.6	4.1	5.0	5.4	17.2	18.9	10.7	5.9	8.4



MISIÓN ENERGÉTICA

MIA-P SECTOR ELÉCTRICO



EIA

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1982	4.8	4.2	3.6	5.4	3.8	13.3	15.5	12.9	43.6	14.9	7.7	7.4	11.4
1983	4.6	5.3	6.0	4.0	4.9	5.8	10.6	9.4	13.9	17.6	19.3	9.9	9.3
1984	5.9	4.3	4.8	4.1	3.5	7.0	10.0	8.4	28.2	8.1	6.3	10.3	8.4
1985	6.9	5.5	4.1	6.6	9.7	3.2	6.9	5.2	11.0	11.1	13.2	5.5	7.4
1986	5.5	5.2	5.5	6.1	3.8	7.1	11.3	10.2	12.4	23.1	21.6	8.5	10.0
1987	6.1	6.9	5.7	8.8	4.8	9.3	9.9	9.8	10.0	19.9	8.9	7.3	8.9
1988	7.5	8.5	4.7	3.9	4.3	4.9	4.0	22.6	32.2	13.0	6.3	10.5	10.2
1989	6.4	8.4	6.1	3.2	2.8	4.8	4.6	9.8	15.5	9.6	16.3	12.2	8.3
1990	8.8	7.2	11.3	3.8	9.2	21.6	18.1	11.2	13.3	19.0	9.9	9.2	11.9
1991	7.1	8.5	5.6	4.2	5.0	3.9	11.9	5.8	6.2	13.1	15.2	4.8	7.6
1992	4.3	6.1	4.6	9.8	3.5	7.6	9.3	7.1	19.8	19.2	7.2	7.0	8.8
1993	5.2	4.9	3.6	7.9	6.2	13.5	7.0	13.7	18.7	11.1	6.7	7.8	8.9
1994	8.6	3.6	4.7	4.1	3.3	5.6	9.2	18.6	29.6	19.7	11.2	6.8	10.4
1995	6.0	5.9	4.1	5.2	6.8	12.1	8.9	9.5	24.1	29.6	21.9	7.8	11.8
1996	6.3	6.2	4.2	4.1	3.2	3.7	10.2	15.0	18.9	27.6	19.6	12.0	10.9
1997	9.9	7.2	5.2	8.7	6.8	5.4	10.6	6.4	12.9	16.7	8.7	7.1	8.8
1998	6.6	5.9	5.2	5.3	4.9	7.8	7.7	8.1	22.8	31.7	21.3	8.9	11.3
1999	5.5	5.2	3.9	4.3	3.6	7.5	11.9	8.0	17.4	9.2	6.8	10.0	7.8
2000	5.8	5.6	5.7	4.8	5.7	6.1	5.7	8.0	23.0	25.4	11.0	6.1	9.4
2001	5.0	6.2	4.5	7.1	2.5	6.0	7.7	16.4	15.2	25.1	9.5	7.3	9.4
2002	5.2	3.7	4.2	5.7	4.7	9.3	7.1	7.4	23.4	36.9	11.1	7.2	10.5
2003	4.7	4.4	4.7	5.0	6.1	10.6	6.2	12.6	13.4	34.0	9.9	6.8	9.9
2004	7.8	5.4	5.8	7.3	11.8	9.3	7.1	6.2	11.7	12.7	14.6	7.0	8.9
2005	3.1	3.6	2.9	2.3	3.4	5.3	5.8	6.3	11.4	14.1	3.9	5.0	5.6
Promedio	6.6	5.9	5.2	5.3	4.9	7.8	9.0	9.6	18.7	18.2	12.1	8.3	9.3

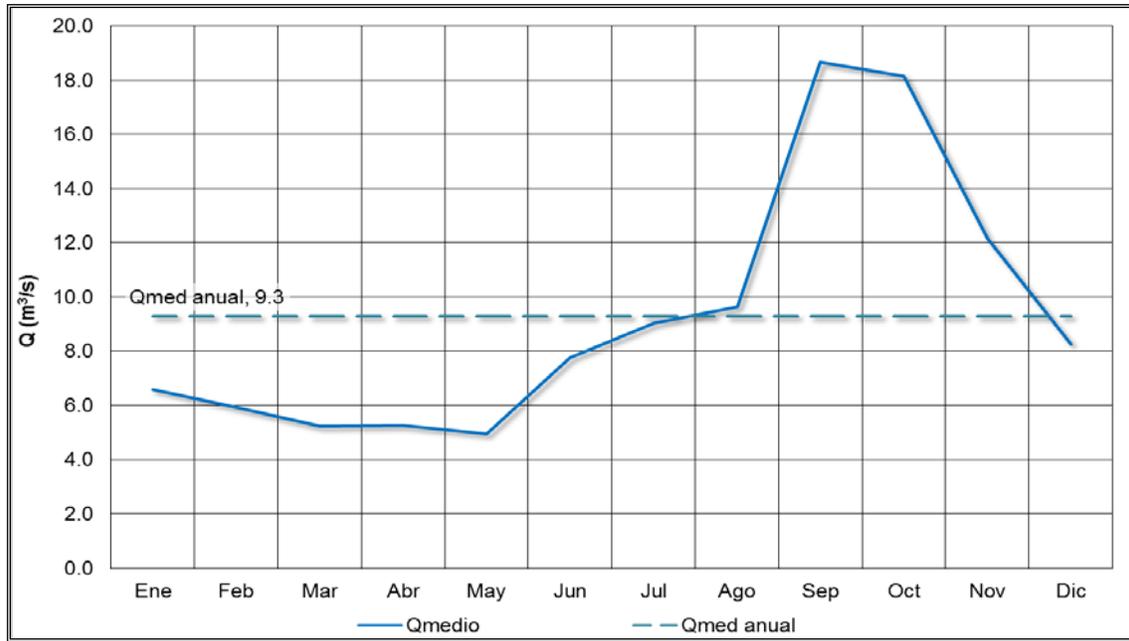


Figura II.4 Gráfica de Gastos medios mensuales en el sitio de captación

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 el proyecto en el río Bobos. Del registro mostrado en la Tabla II.1, se obtuvieron los gastos que se presentan a continuación en la Tabla II.5 para estimación del *caudal ecológico*.

Tabla II.5 Estimación de caudal ecológico en m³/s

Caudales	Periodo de Avenidas											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prom	6.6	5.9	5.2	5.3	4.9	7.8	9.0	9.6	18.7	18.2	12.1	8.3
Máx	16.1	8.5	11.3	9.8	11.8	21.6	18.1	22.6	44.5	36.9	21.9	14.6
Mín	3.1	3.6	2.9	2.3	2.5	2.2	4.0	4.4	6.2	8.1	3.9	4.5
Qbase	4.9											
Qec = % Qmedio	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	40%	40%	40%	40%	80%
	5.3	4.7	4.2	4.2	4.0	6.2	7.2	3.9	7.5	7.3	4.9	6.6
Qmed anual	9.3											

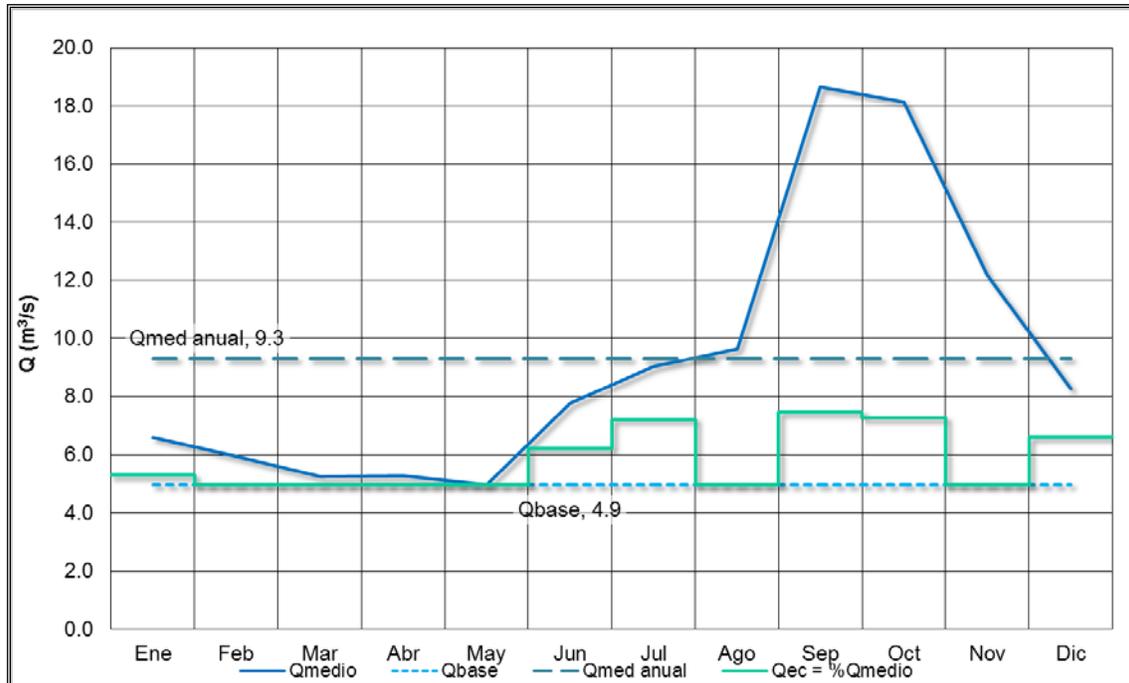


Figura II.1 Estimación de caudal ecológico de la MHE

La importancia de preservar las condiciones de vida tanto de flora como de fauna en el ambiente acuático, 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). 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.

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.

a) Clasificación de las cuencas

En la Tabla II.6 de la Norma, se presenta una clasificación de las cuencas hidrológicas.

Tabla II.6. Objetivos ambientales (ref. Norma NMX-AA-159-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	Media	Muy bueno	A
		Llanuras de Tuxpan	Muy Alta	Baja	Muy bueno	A
		Río Cazones	Muy Alta	Baja	Muy bueno	A
		Río Tecolutla	Muy Alta	Media	Muy bueno	A
		Río Nautla	Alta	Media	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
		Estero Galindo	Media	Baja	Bueno	B

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 II.6 y ubicación del sitio, el sitio de estudio en el río Bobos se clasifica con un objetivo ambiental de tipo B. Adicionalmente, la Norma, en su Tabla C.1, establece el criterio mostrado en la Tabla II.7 para estimación del caudal ecológico.

Tabla II.7. Porcentajes de caudales relacionados con su objetivo ecológico (ref. Norma NMX-AA-159-SCFI-2012)

Objetivo ambiental	Periodo		Periodo	
	Estiaje		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:

EMA= escurrimiento medio anual, en m³/s

Qmi= Gasto medio mensual, en m³/s

Qb= Gasto mínimo medio, en m³/s

Por otro lado, también dentro del diseño de la MHE “La paz”, se consideró por obvias razones el Transporte del registro al sitio de captación, el cual se estimó a partir del área de aportación al sitio de captación y el área de aportación a la estación hidrométrica se obtuvo una relación que, en términos hidrológicos se denomina Factor de Transporte (FT).

De acuerdo con lo mencionado, El factor de transporte resulta:

$$\text{Factor de transporte} = \frac{A_{\text{Cuenca de Aportación}}}{A_{\text{EH 27001}}}$$

Área de la cuenca de aportación (km ²)	Clave	Estación Nombre	Área (km ²)	Factor de Transporte
321.10	27001	Martínez de la Torre	1,467.00	0.2189

Tabla II.6. Factor de transporte de la Cuenca

Es recomendable emplear el criterio del Factor de transporte cuando éste no difiera más de un 30% o más entre las áreas de estudio, en caso contrario, se debe compensar un posible error al tomar en cuenta valores medidos de precipitación a través de estaciones climatológicas, con una influencia sobre ambas áreas.

Para este caso, se localizan las diferentes estaciones climatológicas con influencia para en ambas áreas, estas se muestran en la Figura siguiente:

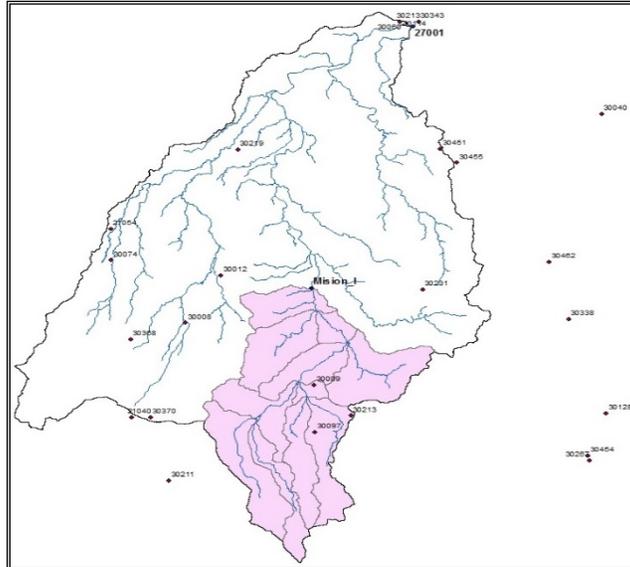


Figura II.6. Estaciones climatológicas en el área de estudio de la MHE “La Paz”

Por último, también se simuló por medio de estimaciones probabilísticas, avenidas de diseño, donde se empleó la metodología del hidrograma unitario para definir el comportamiento de las avenidas del proyecto, y a partir de las cuales se consideró para el diseño conceptual y preliminar de las obras de protección y desvío, para las que se recomienda usar un $Tr = 10,000$ y 20 años (periodo de retorno) para las obras de excedencias y de desvío, respectivamente.

Finalmente, para su puesta en marcha se debe tener en cuenta que por el tipo de proyecto, este recurso es **No Consumitivo**, y por lo tanto no se perderán los volúmenes de agua que ingresan en el proceso de generación de energía, mediante la energía cinética que producen sobre una caída natural, adicionalmente de que se trata de un proceso de generación de energía “limpio”.

➤ *Identificación del uso de los predios a afectar:*

Se recurrió inicialmente a imágenes satelitales (Google Earth) y posterior verificación del sitio con recorridos de campo, se identificaron los puntos de interés (obra de toma, conducción, accesos y casa de máquinas), observando una actividad agrícola de baja escala toda vez que la topografía (marcada pendiente) de la zona hace prácticamente imposible la realización de estas actividades primarias. Donde permite el establecimiento de algunos cultivos, se identificaron primordialmente parcelas de maíz y café. Se trata de cultivos de temporal con bajos rendimientos por Ha., donde más bien se tiene un uso de subsistencia.

➤ *Diálogo con autoridades locales y pláticas informativas con propietarios de los predios e identificación de alternativas de beneficio comunitario dentro de la poligonal del proyecto.*

Se han realizado visitas con las autoridades municipales de administraciones pasadas y con la actual, así como con pobladores de la zona de interés, en los cuales se requiere su apoyo y confianza, para la realización de trabajos de diseño del proyecto; donde se han iniciado prospecciones y planteamientos de los posibles beneficios comunitarios, que ellos determinen como de mayor alcance en la localidad (salud, educativo, esparcimiento, mantenimiento de vialidades, etc.), donde se refleje una contraprestación de servicios de apoyo a la localidad.

➤ *Generación de empleos potenciales a los habitantes locales:*

Como parte de los beneficios que tendrá la construcción del proyecto es la contratación y la participación directa de los habitantes locales en actividades que no requieran mano de obra especializada o certificada; se considera la opción de que sean los habitantes locales los que realicen las actividades de albañilería y mantenimiento menor a los caminos que se rehabiliten o modernicen; en general, se pretende establecer además de una relación cordial con los habitantes del entorno que define el proyecto, una relación laboral, social y ambiental (afectando lo menor posible sus recursos naturales).

➤ *Usos de Suelo Programados en la Zona*

Como parte de los criterios considerados para la selección del sitio, se tomó en cuenta el **Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Bobos y Solteros**, en el cual establece que el sitio seleccionado se encuentra en la **UGA 8 – con Política de Restauración**, sin embargo dentro de los **Usos de Suelo Condicionados**, indica que se permite el **EQUIPAMIENTO**. De tal suerte, que fuera de esta área se sitúan distintas UGA'S, con política de Protección y Conservación, que en definitiva no permiten el establecimiento y operación de proyectos de este tipo. Sin embargo, se debe recordar que se trata de la generación de energía por medio de la Mini Hidroeléctrica, que tiene la característica de ser un proceso totalmente limpio y sin pérdida del recurso agua y por lo tanto, no genera contaminación y por ende, no compromete los procesos biológicos o la permanencia de los ecosistemas presentes.

➤ *Geología:*

Unos de los factores fundamentales que se consideraron para la evaluación del proyecto; la importancia para este proyecto fue la información que la zona de interés contiene, es decir, se trata de un sitio que cuenta con antecedentes de estudios que permitieron contar con la información básica y necesaria para la evaluación del proyecto. Antecedentes locales, consultas oficiales (Servicio Geológico Mexicano). Ya que este es un componente básico en el diseño (conceptual, básico y de detalle) del proyecto.

➤ *Topografía:*

Siendo parte sustantiva que se requirió para la definición puntual y configuración de las superficies de aprovechamiento para la obra de toma (incluida la cortina), trazo de la conducción del agua, tanque de carga, tubería forzada y casa de máquinas, que determinaron la superficie total de afectación y en general es la actividad que permitió mayor definición del proyecto y mejor representación de las condiciones en las que se concebirá el proyecto.

➤ *Accesos:*

El proyecto considera hacer uso de caminos de acceso existentes, lo que permitió la evaluación de factibilidad y optimización del proyecto y su entorno; también considera la construcción de caminos de acceso a las obras de toma en el Río Bobos, la conducción del agua como se describió, se realizará a través de un canal proyectado a un costado del afluente (margen izquierda) hasta el tanque de carga y parte final de la tubería a presión, a partir del cual se ha proyectado un camino que permita el acceso a la casa de máquinas. Para mayor información del trazo de estos, puede consultarse los planos anexos al presente, así como la cartografía generada contenida en el presente estudio.

➤ *Alteraciones y/o afectaciones a las poblaciones vegetales y animales de la zona:*

Independientemente de las visitas con la población para la difusión de pláticas informativas, se realizaron visitas técnicas que permitieron la recolección de información ambiental inmediata y establecer un diagnóstico ambiental general, de las actuales condiciones bióticas que tienen influencia directa con el proyecto; además, permitió que se identificará uno de los puntos más importantes, siendo éste el grado de conservación de los recursos naturales o su grado de deterioro, motivado por la falta de infraestructura, insumos, apoyos económicos, capacitación o simplemente por la aplicación de prácticas inadecuadas, que generan la pérdida paulatina y constante de flora y fauna silvestre, aunado a la permanencia de espacios agrícolas o pecuarios.

➤ *Evaluación de factibilidad y optimización técnico-económica e hidroenergético para generación de energía limpia:*

Dentro de las consideraciones de diseño del proyecto, se busco el mejor equilibrio posible entre la triada básica que contiene los elementos: Ambiental – Social – Económico y demás componentes complementarios para cada caso, los cuales fueron llevados a un planteamiento de diversos escenarios en los que se comportaran como variables independientes para la toma de decisión y otros escenarios de mayor complejidad en los que

resultaran restrictivos; lo anterior, llevó a una definición de elección del sitio como la propuesta más adecuada, sin embargo, esto no significa que se hayan escapado otros criterios de forma involuntaria.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

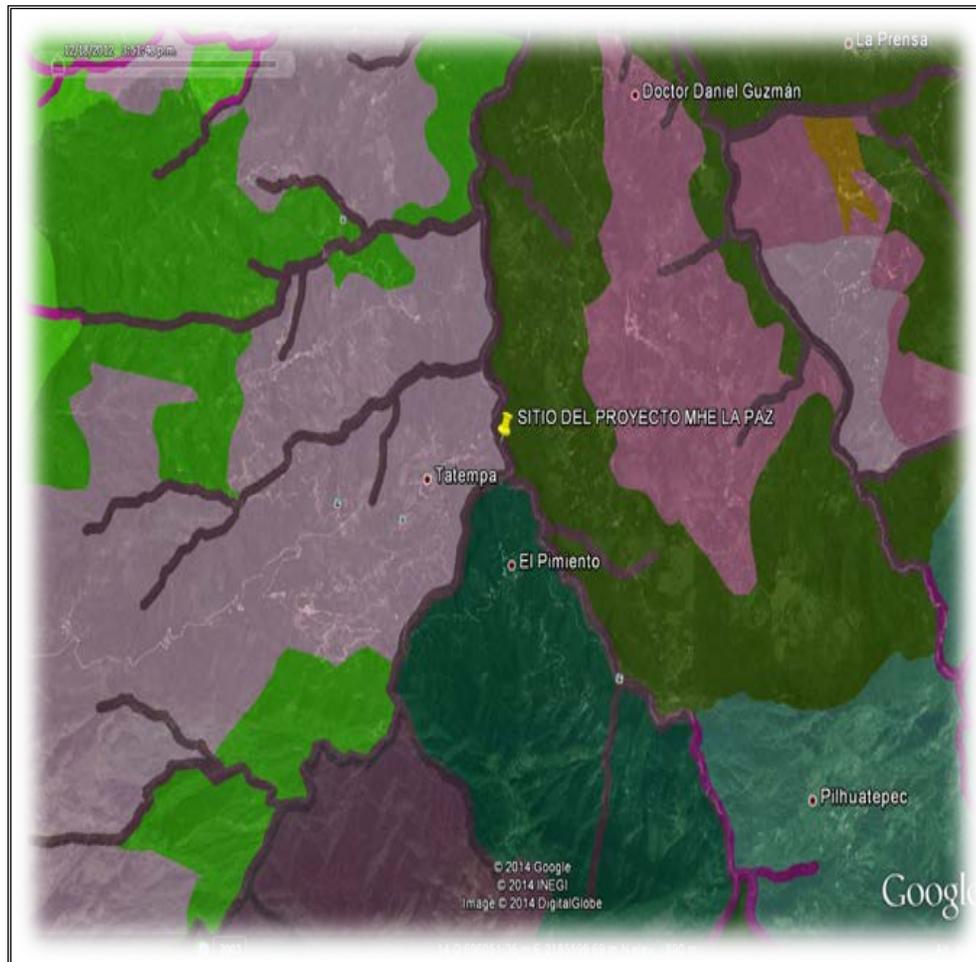


Figura II.7. Ubicación física general del proyecto MHE “La Paz” (Google Earth)

El proyecto se localiza entre las coordenadas UTM: X = 695,814.86; Y= 2,186, 423.53 y X= 695,821.93; Y= 2,186.801.37, correspondiente a una sección del río Bobos y porción continental de la terrenos ubicados a la Localidad de Río Vasco 2, en el Municipio de Altotonga, estado de Veracruz.

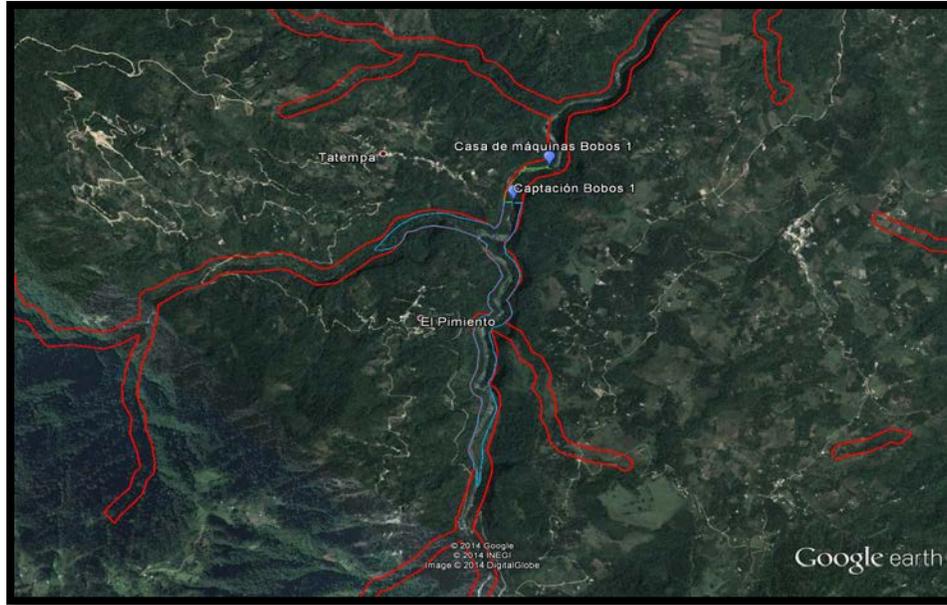


Figura II.7. Ubicación física de la obra de toma y casa de máquinas del proyecto MHE “La Paz”

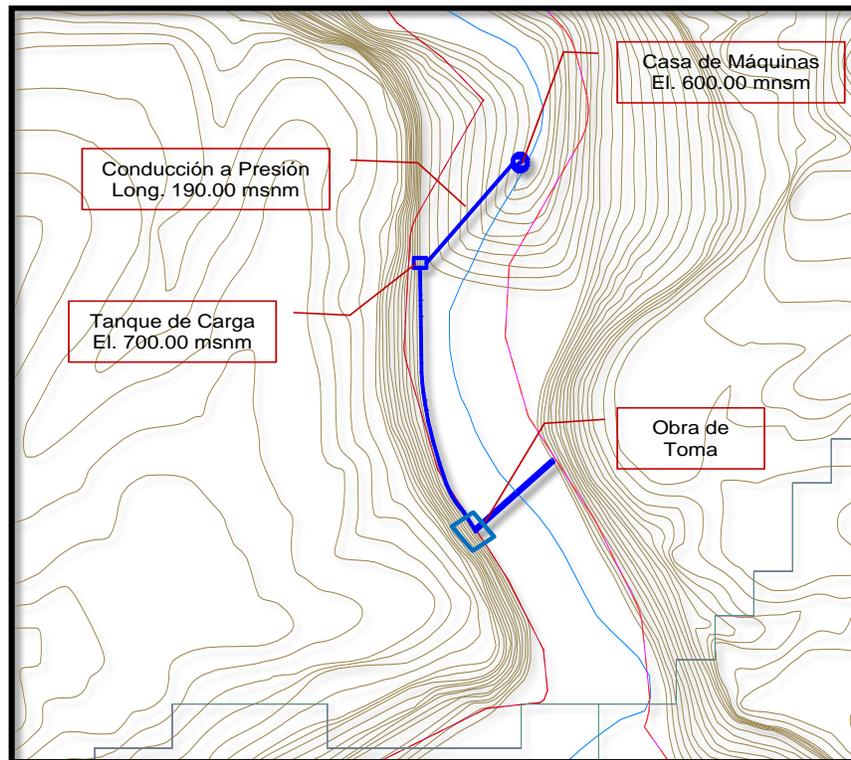


Figura II.8. Cartografía topográfica de localización de la obra de toma hasta la casa de máquinas del proyecto MHE “La Paz”

II.1.4 Inversión requerida

La inversión total requerida para el Proyecto MHE “La Paz” es de aproximadamente \$ 22,581,252.54 dólares U.S, o su equivalencia al tipo de cambio actual en moneda nacional (pesos). El periodo de recuperación estimado es de 5 años de acuerdo con las condiciones actuales de los mercados financieros. Los costos para aplicar las medidas de prevención y mitigación ambiental que pudieran ser requeridos, han sido estimados y considerados entre los conceptos de la inversión total del proyecto.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida por el proyecto es de aproximadamente **20,068.62 m²**, y para cada una de las instalaciones que componen el proyecto, así como la distribución de superficies, se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro de Áreas y superficies de la MHE “La Paz”		
Áreas / Equipos	Área de aprovechamiento	Porcentaje (%) de ocupación
Obra de toma y cortina	3,657.19	18.1213
Desarenador	1,072.69	5.344
Canal de conducción	2,317.89	11.549
Tanque de carga	7,744.20	38.588
Tubería a presión o forzada	1,522.43	7.586
Casa de máquinas, incluye Subestación Eléctrica (SE) tipo elevadora	3,754.22	18.706
Superficie Total	20,068.62	100

Tabla II.7. Superficie requerida para el proyecto

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

De acuerdo a los usos actuales del sitio y a la proyección de Usos de Suelos establecidos en el *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Bobos y Solteros* Decretado por el Gobierno del Estado de Veracruz y emitido por la SEDEMA, la

localización del sitio es sobre el Río Bobos, en tanto en sus alrededores no se observaron otros cuerpos de agua superficiales o escurrimientos significativos que estén cerca del sitio donde se pretenden desarrollar las obras y actividades para la generación de energía a baja escala. Por lo que de acuerdo a la visita técnica, en las porciones Este y Oeste se observaron terrenos destinados a la agricultura y cultivos de maíz y cafeto, dentro de la misma área se intercalan con uso agropecuario (algunos pastizales con ganado ovino y bovino) con pastoreo extensivo. También se identificaron áreas con presencia de vegetación forestal. Es importante señalar, que las fracciones de terrenos donde se localizan especies forestales y se ajusten a los criterios para la presentación del Estudio Técnico Justificativo para el cambio de vocación de uso de suelo, se presentará en su momento ante la SEMARNAT de manera separada el estudio correspondiente, donde se darán los resultados del estudio forestal o dasonómico de la superficie de aprovechamiento forestal, de conformidad con el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y los artículos 5, inciso O, y artículo 14 del reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Por otro lado, en el modelo de Ordenamiento Ecológico, Cuenca del Río Bobos, el área donde se pretende construir la planta MHE, se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental 8 - Política de Restauración, con uso de suelo destinado como Espacio Natural, de acuerdo a la proyección de las UGA´s del Ordenamiento de la Cuenca del Río Bobos, sin embargo, también considera un **Uso Condicionado para Equipamiento**, bajo el cumplimiento de los criterios ambientales donde se permite el uso de suelo, previa justificación del mismo.

En la figura siguiente, se muestra la localización del sitio del proyecto y la proyección de la UGA – 8, donde se definen las políticas ambientales de ese polígono, de acuerdo al Programa de Ordenamiento de Ecológico de la Cuenca del Río Bobos y Solteros.



Figura II.8. Plano parcial del Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Bobos y su localización con respecto a la UGA – 8 y el proyecto MHE “La Paz”

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El sitio tiene un nivel socioeconómico sostenido básicamente a partir de agricultura de temporal y algunas especies domésticas para mantenimiento bajo sistema extensivo, dentro de una zona rural en condiciones de pobreza extrema. En las inmediaciones sólo se encuentra parcialmente la comunidad de Río Vasco 2, por lo tanto la urbanización de la zona es discreta y la disponibilidad de servicios es mínima, sin embargo, se cuenta con camino rural de acceso, teléfono, agua potable, electricidad y un dispensario médico, aunque la mayor dotación de servicios y mercancías, las aporta la cabecera municipal de Altotonga, Veracruz.

Aunque los servicios disponibles en la zona no son suficientes para las necesidades del Proyecto; sin embargo, la promotora aportará este faltante (agua potable, electricidad, etc.) será necesaria la adecuación de los caminos de acceso, mediante su mejoramiento de la carpeta o su rehabilitación, que permita la entrada de vehículos y maquinaria pesada. Del mismo modo, para los accesos a la obra de toma, canal de conducción, tanque de carga y casa de máquinas.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto Mini Hidroeléctrico (MHE) para la generación de energía eléctrica, denominado “La Paz”, se pretende aprovechar del caudal natural del Río Bobos, los cuales tienen características muy particulares, es decir, de bajo impacto por el aprovechamiento de la caída natural en forma de “hilo”, por medio de su captación y conducción final hacia la casa de máquinas en un proceso de transformación de su fuerza mecánica y cinética, por energía, en un ámbito totalmente limpio desde la obra de toma hasta su desfogue casi instantáneo del volumen de agua utilizado hacia el cuerpo de agua original, aguas abajo.

El sitio definido para la obra de contención se encuentra en las coordenadas $97^{\circ}07'51.92''$ en la longitud oeste y $19^{\circ}45'49.67''$ en la latitud norte, con una elevación en el lecho del río de 697.00 msnm, cuya altura es de 3 m alcanzando la elevación al NAMO en 700.00 msnm; El caudal será conducido a través de la obra de toma de tipo canal en sección rectangular seguida por un desarenador, que permitirá separa los sólidos suspendidos en el agua captada, posteriormente, se conducirá el agua por un canal en sección rectangular una transición y finalmente por un canal de sección trapecial, sumando una longitud de 160.60 m, posteriormente se entregará el agua al tanque de carga, que se encuentra en las coordenadas $97^{\circ}07'55.29''$ en la longitud oeste y $19^{\circ}45'56.88''$ en la latitud norte; posteriormente, el caudal se entregará a casa de máquinas, en las coordenadas $97^{\circ}07'51.53''$ en la longitud oeste y $19^{\circ}46'01.95''$ en la latitud norte, en la elevación 600.00 msnm a través de una tubería a presión de 190.00 m de longitud y con un diámetro de 2.5 m.

❖ Obra de Contención

Con base en la altura de la captación definida en el esquema de obras, así como la rapidez para su construcción, se proponen una cortina de tipo gravedad, de concreto compactado con rodillo (CCR), de 3.0 m de altura al NAMO alcanzando la elevación 700.00 msnm, cuya longitud es de 127.50 m. Así mismo, tomando en consideración proyectos similares, se propone un talud de 0.9:1, con la observación de que éste deberá ajustarse con base en los resultados del análisis de estabilidad que deberán realice en etapas posteriores. Debido a que la altura de la cortina no es muy grande, no se requiere de escalonamiento, y se hace la suposición de que la contención será vertedora en toda su longitud; es importante recalcar, que las dimensiones deberán ajustarse a partir de las recomendaciones del área de geotecnia, para definición de niveles de desplante.

En la figura II.9 se presenta una descripción de las dimensiones preliminares de la contención.

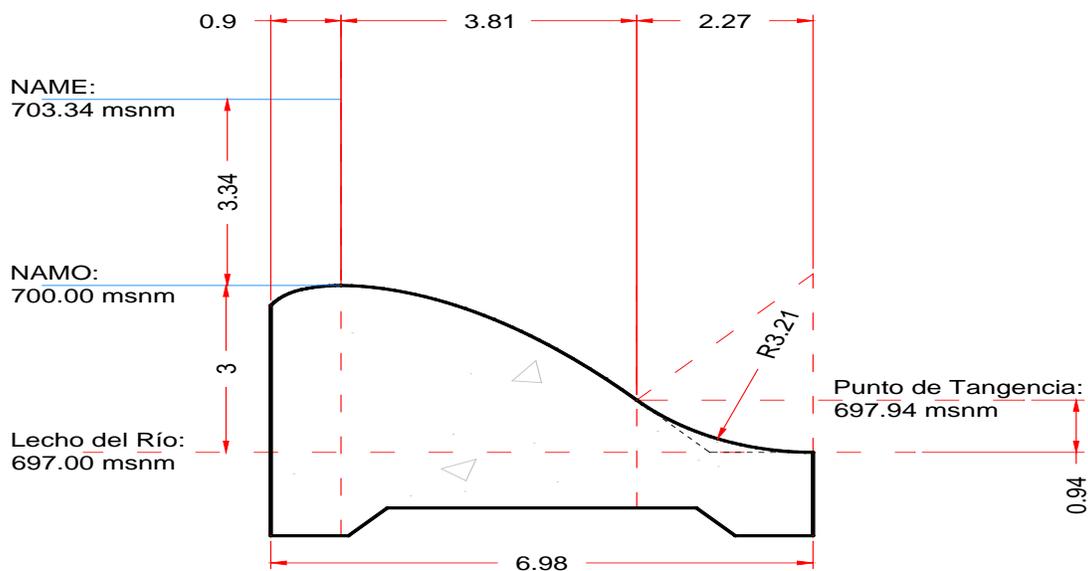


Figura II.9. Obra de Contención, corte por sección vertedora

La ubicación física de la obra de contención se localiza en el siguiente cuadro de construcción:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CORTINA					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA (mm)	ÁNGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	13.009,59	87°26'8"	695.773,911	2.186.374,044
P2	P2-P3	2.739,42	92°29'17"	695.875,422	2.186.455,410
P3	P3-P4	13.000,10	88°10'14"	695.859,233	2.186.477,509
P4	P4-P1	2.889,17	91°54'21"	695.756,868	2.186.397,374

Área	3.657,1900	m ²
Área	0,36572	ha
Perímetro	316,3800	m

❖ Obra de Toma

La obra de toma, se ubicó en la margen izquierda, 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 700.00 msnm, considerando el gasto total de las dos unidades de 22 m³/s, y una velocidad de entrada de 1.0 m/s, el área hidráulica requerida corresponde a 22 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 resultó con dos entradas de 7.40 m de ancho para un tirante de 3.00 m, de tal forma que la plantilla del canal deberá encontrarse en la elevación 697.00 m.

Se presentan las características hidráulicas y geométricas obtenidas para la obra de toma, mientras que en la Imagen se presenta la vista en planta.

Tabla II.8. Características hidráulicas en la obra de toma del proyecto MHE "La Paz"

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		
22.00	13.50	1.63	5.50	4.00	1.00	4.60

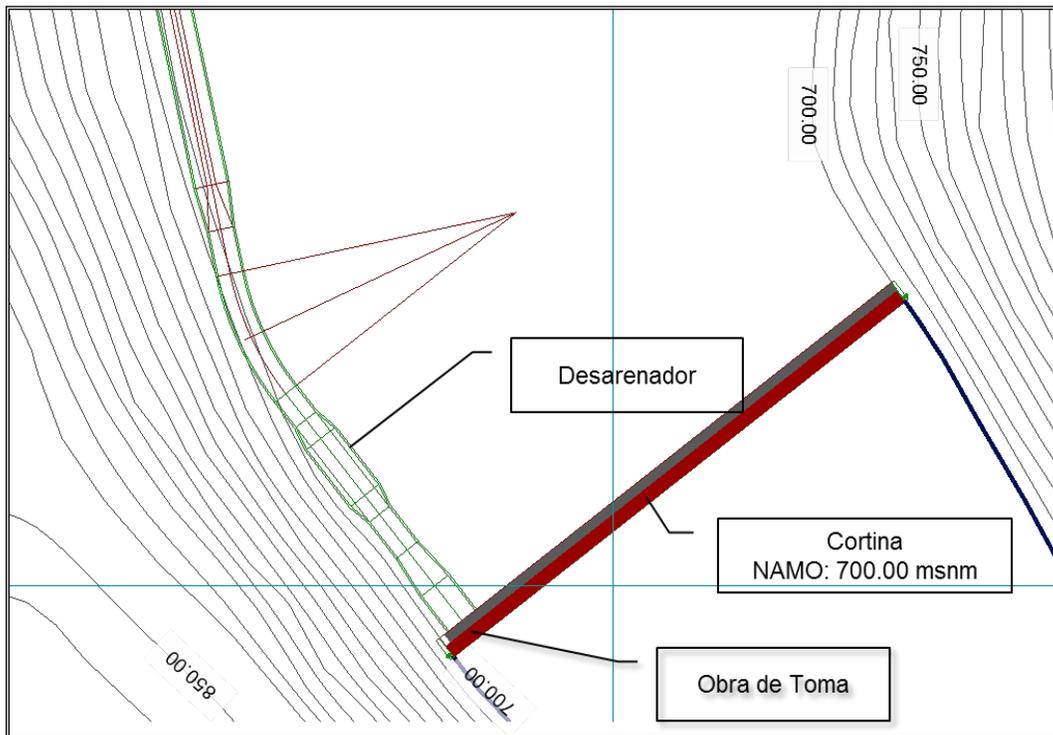


Figura II.10 Vista en planta de la obra de toma.

❖ Desarenador

Se consideraron condiciones de partículas suspendidas en el cauce, características para el estado de Veracruz, esto con el objetivo de poder proponer dimensiones cercanas a las que se requerirían para la ingeniería básica, por lo cual se queda en el entendido de que se deberán estudiar estos aspectos a mayor detalle y una vez teniendo un mayor grado de certeza de la autorización correspondiente, se harán ajustar los ajustes de detalle que resulten, de acuerdo con los estudios complementarios que se realicen.

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 22 m³/s. 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 para la obra de este 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 II.9. 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. 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 22 m³/s, es de 5.50 m de ancho y 6.70 m de altura máxima para la cámara, por lo que la altura total, considerando el canal, será de 11.3 m de altura y 7.80 m de ancho en la parte superior; finalmente, deberá contar con una longitud de 26.50 m.

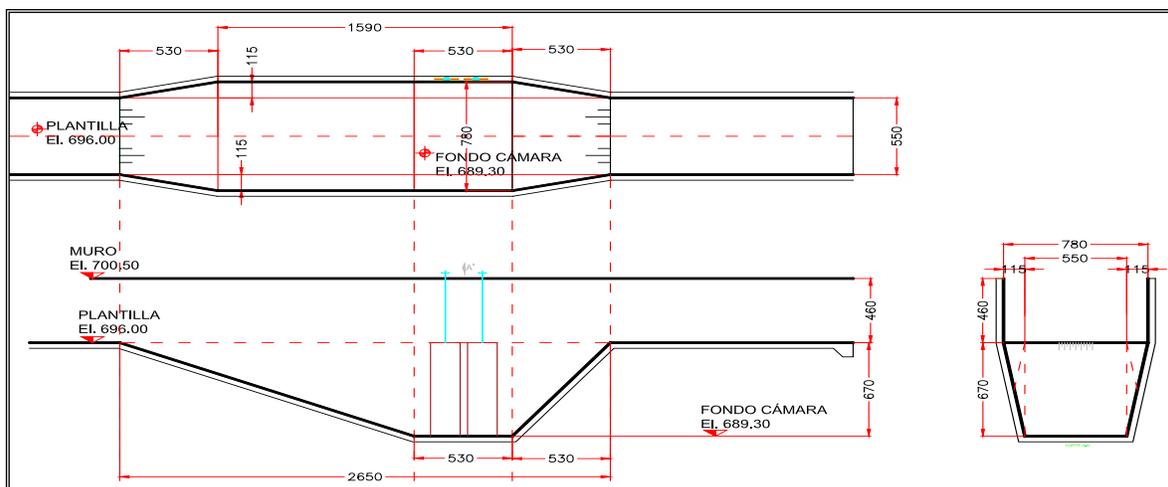


Figura II.11. Dimensiones del desarenador del proyecto MHE “La Paz”

El cuadro de construcción de éste componente, se presenta en un polígono en coordenadas UTM:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DESARENADOR					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA (mm)	ÁNGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	6.875,43	89°55'53"	695.736,617	2.186.449,619
P2	P2-P3	1.673,23	90°00'00"	695.778,975	2.186.395,462
P3	P3-P4	6.877,40	88°07'11"	695.765,795	2.186.385,154
P4	P4-P1	1.447,56	91°56'57"	695.725,225	2.186.440,687

Área	1.072,6900	m ²
Área	0,10727	ha
Perímetro	168,7400	m

❖ Canal de derivación

Para la conducción del caudal, y de acuerdo con la topografía existente, se consideró un canal de conducción, diseñada para conducir un gasto de 22 m³/s, para el cual se considera que será revestido con concreto armado con una malla, manteniendo una pendiente de 1 al millar.

Cabe mencionar que este canal se forma por dos secciones, el primer tramo de canal que sale del desarenador tiene una longitud de 39.48 m y sección rectangular, seguido por una transición de 10 m de sección rectangular a sección trapecial, con una longitud de 111.11 m, el cual descargará al tanque de carga.

A continuación se presentan los dimensionamientos para las secciones de canal, iniciando con la sección trapecial, ya que el cálculo del perfil hidráulico en la conducción a superficie libre se inicia desde la descarga al tanque.

Canal Trapecial

Para esta sección, se propuso un talud de 1:1 para los muros del canal, sin embargo, esta consideración deberá ajustarse con base en las recomendaciones derivadas de los estudios definitivos de geotecnia.

Tabla II.10. 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)
1 : 1	2.2479	2.00	2.60	2.3040

En la Figura II.11 se muestran las dimensiones de la sección transversal del canal.

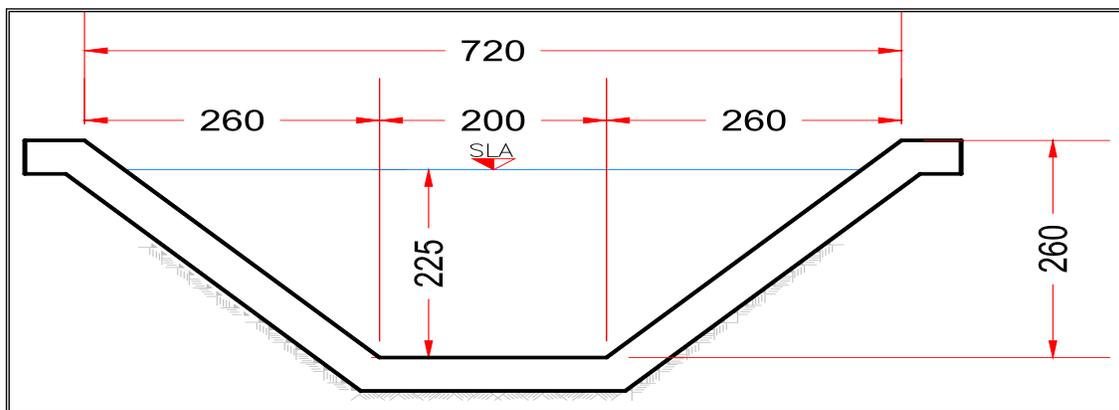


Figura II.11. Sección transversal del canal de conducción

❖ Perfil hidráulico en el canal de conducción

Con el objetivo de estimar las pérdidas en el canal, se calculó el perfil hidráulico en el mismo, para el gasto máximo de generación, correspondiente a 22 m³/s, para una longitud total de 160.60 m, y una pendiente de 1 al millar; adicionalmente, se considera que el canal deberá ser revestido con concreto, para lo cual se considera un coeficiente de fricción (Manning) de 0.015, el cual corresponde a un canal de concreto con acabado de llana de madera (Sotelo, 2008).

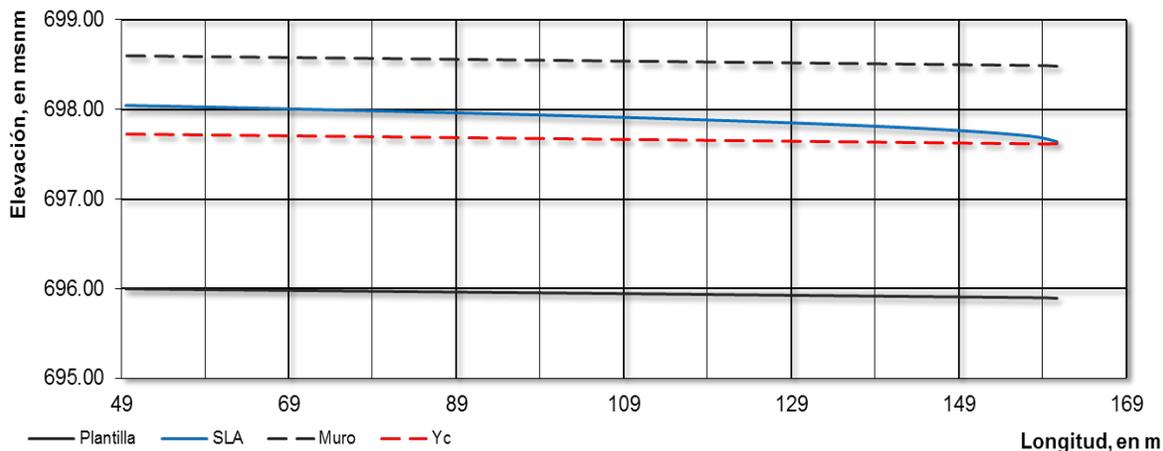


Figura II.12. Perfil hidráulico en el canal de conducción

La poligonal del canal de conducción, se presenta a continuación por medio del cuadro de construcción en coordenadas UTM:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CANAL DE CONDUCCIÓN					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA (mm)	ÁNGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	1.227,73	90°21'17"	695.736,617	2.186.449,619
P2	P2-P3	3.398,94	199°29'59"	695.729,102	2.186.459,327
P3	P3-P4	7.812,36	185°45'59"	695.718,461	2.186.491,608
P4	P4-P5	2.702,14	192°28'41"	695.701,581	2.186.567,886
P5	P5-P6	1.553,13	89°52'21"	695.701,581	2.186.594,908
P6	P6-P7	2.576,11	90°07'45"	695.686,050	2.186.594,873
P7	P7-P8	8.289,38	167°22'34"	695.686,049	2.186.569,112
P8	P8-P9	2.049,98	174°17'37"	695.704,163	2.186.488,222
P9	P9-P10	1.555,08	179°59'60"	695.710,610	2.186.468,762
P10	P10-P11	1.648,67	162°10'45"	695.715,500	2.186.454,000
P11	P11-P1	1.447,56	88°03'03"	695.725,225	2.186.440,687

Área	2.317,8900	m ²
Área	0,23179	ha
Perímetro	342,6100	m

Perfil hidráulico en transición

Se propone una transición de sección trapecial a sección rectangular, considerando las dimensiones descritas en la siguiente tabla, la cual se desarrollará en una longitud correspondiente a 10 m.

Sección Rectangular		Sección Trapecial	
b	5.50	b	2.00
h	4.60	k	1.00
S0:	0.001	h	2.60
		S0:	0.001

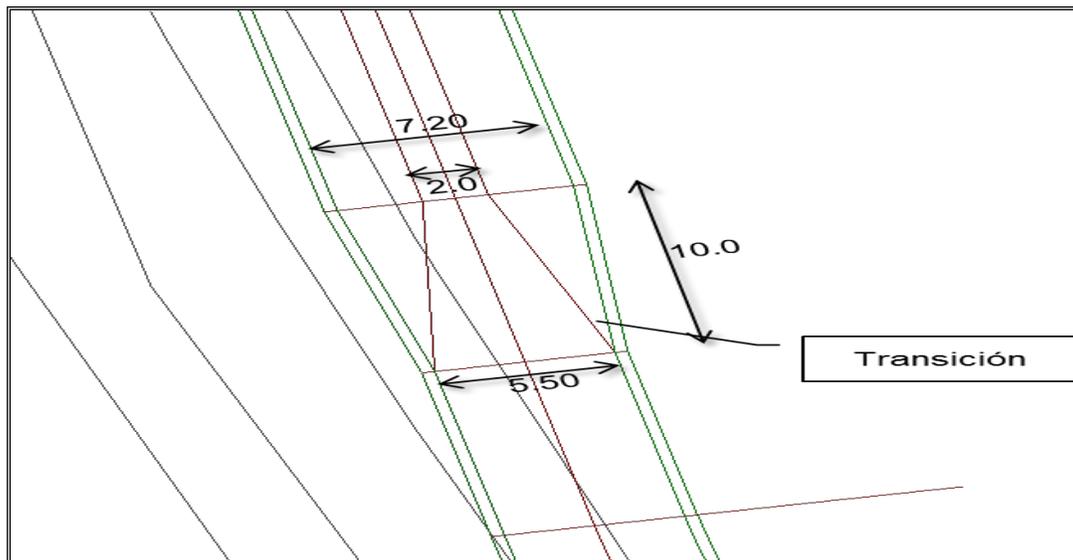


Figura II.13. Transición Sección Trapecial – Rectangular

❖ **Tanque de carga**

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. Por lo cual se consideró diseñar el tanque de carga, 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. 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 dimensionamiento del tanque de carga se presentan en la Tabla II.11.

Tabla II.11. Dimensionamiento del tanque de carga.

Q diseño:	6.00	m ³ /s
t =	2.00	hr
Vol. Mín :	43,200.00	m ³
h mínima :	9.00	m
Área :	4,800.00	m ²
l :	98.00	m
b :	49.00	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 98.80 m x 49.0 m, con una altura efectiva de 9.0 m, con la finalidad de proporcionar la carga suficiente para la tubería a presión de mayores dimensiones preliminares.

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

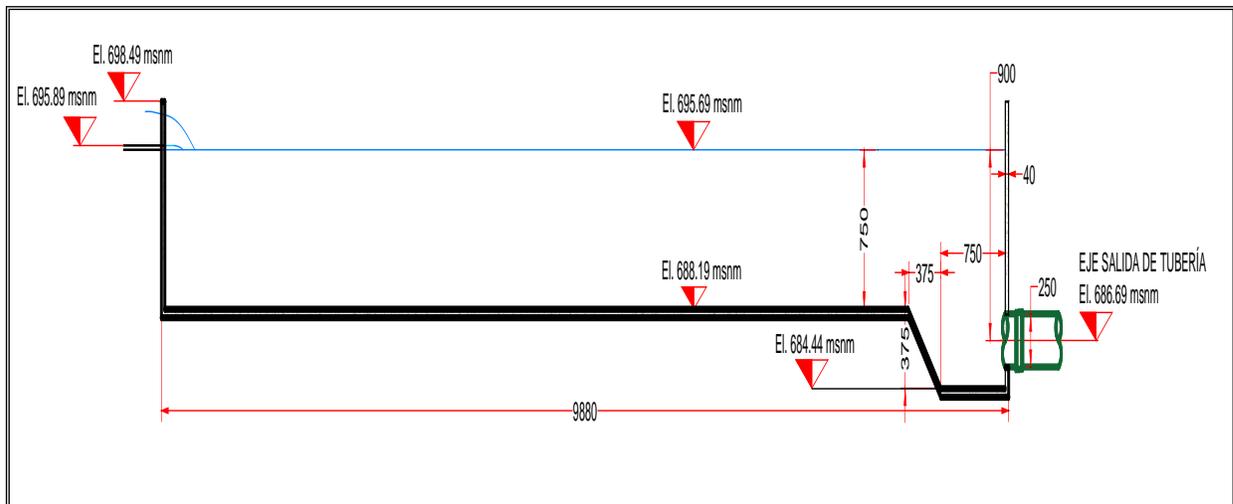


Figura II.13. Tanque de Carga

La ubicación del Tanque de Carga, estará dentro de las siguientes coordenadas UTM de la poligonal que se presenta a continuación:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN TANQUE DE CARGA					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA (mm)	ÁNGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	6.840,31	9°00'00"	695.747,506	2.186.589,415
P2	P2-P3	11.322,85	9°00'00"	695.679,103	2.186.589,415
P3	P3-P4	6.840,31	89°58'34"	695.679,103	2.186.702,644
P4	P4-P1	11.319,99	90°01'26"	695.747,506	2.186.702,615

Área	7.744,2000	m ²
Área	0,77442	ha
Perímetro	363,2300	m

❖ Conducción a 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 gastos, tal como se obtuvo en el estudio hidroenergético con el arreglo de equipamiento para generación con 22.00 m³/s para la época de avenidas.

Así mismo, y para mantener una operación sencilla del equipamiento se contemplan 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.

La localización dentro del proyecto, de la tubería a presión será dentro de la siguiente poligonal en coordenadas UTM:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN TUBERÍA DE PRESIÓN					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA (mm)	ÁNGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	1.718,17	45°15'02"	695.698,639	2.186.693,708
P2	P2-P3	11.879,16	134°44'32"	695.715,821	2.186.693,708
P3	P3-P4	1.218,74	90°00'01"	695.799,441	2.186.778,083
P4	P4-P1	13.088,63	90°00'24"	695.790,784	2.186.786,662

Área	1.522,4300	m ²
Área	0,15224	ha
Perímetro	279,0500	m

Tabla II.12. Diámetro económico para la conducción a presión

Condición	Tubería del tanque a bifurcación	Unidad 1	Unidad II
Gasto, en m ³ /s	22.00	6.00	16.00
Diámetro teórico, en m	2.40	1.38	2.10
Diámetro comercial, en m	2.50	1.40	2.10
Área, en m ²	4.91	1.54	3.46
Velocidad, en m/s	4.48	3.90	4.62

❖ 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. 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 Figura II.14 se muestra el perfil del trazo de la tubería a presión que conducirá el gasto de 22 m³/s desde el tanque de carga hasta la bifurcación que alimentará a las turbinas. De acuerdo con el perfil, la longitud de la tubería es de 222.84 m.

- *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

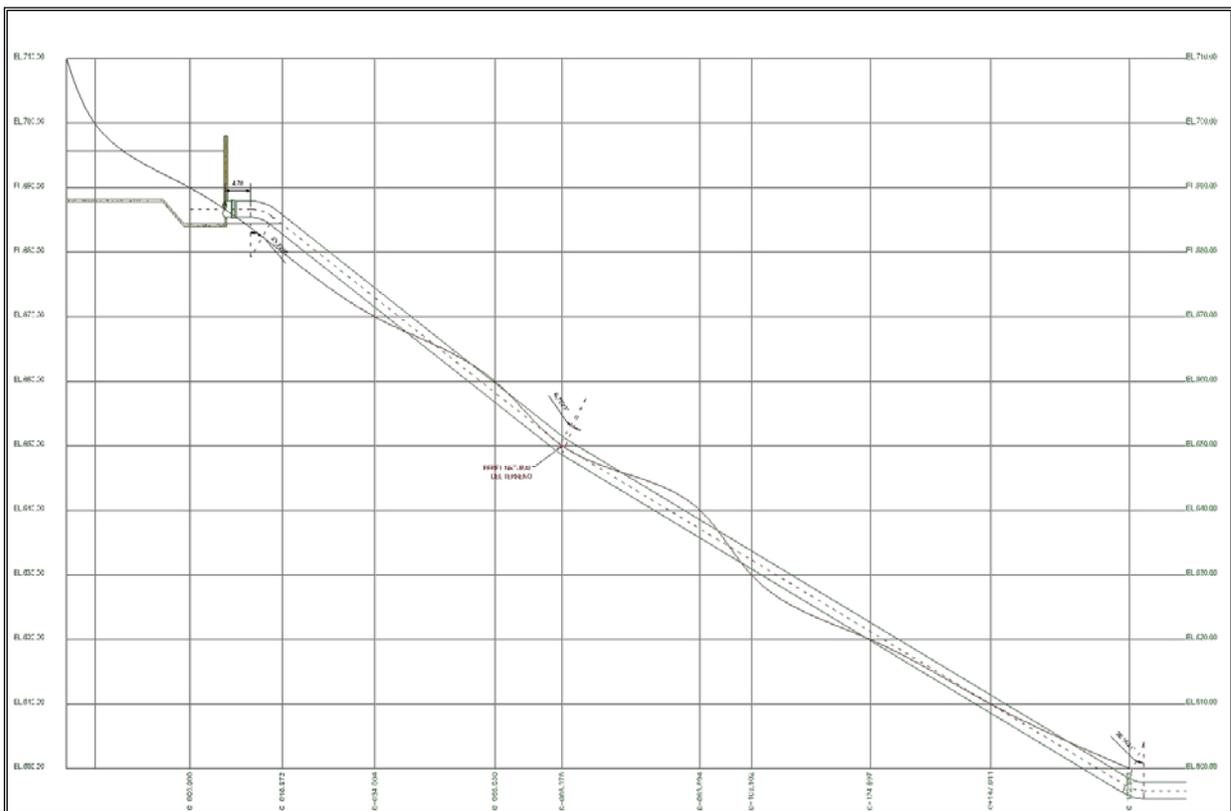


Figura II.14. Perfil de tubería a presión para gasto de 22m³/s

En la Tabla II.13 se presentan las características geométricas de la conducción para la estimación de pérdidas, y en la Tabla II.14 se presentan los parámetros físicos e hidráulicos, así como resultados de la estimación de las pérdidas por fricción.

Tabla II.12. Geometría de la conducción a presión

Para Q :	22.00	m ³ /s
D ₁ =	2.50	m
Long. =	222.84	m

Tabla II.14. Pérdidas por fricción en la conducción a presión

Condición de operación	U
ϵ , rugosidad absoluta (acero), en m	0.0001
diámetro del conducto (D), en m	2.50
área del conducto, en m ²	4.909
Velocidad, en m/s	4.482
Viscosidad (ν), en m ² /s	0.000001
número de Reynolds (Re)	11,204,507.99
ϵ/D	0.000040
f	0.0105
Pérdida, en m	0.9552

- *Pérdidas locales*

Se calcularon únicamente las pérdidas locales principales, entrada, salida, cambios de dirección, válvula de mariposa, se despreciaron las pérdidas por cambios de dirección horizontales debido a que la topografía con que se cuenta contiene información de curvas de nivel ‘gruesa’, ya que se tienen curvas a cada 10 m.

- **Pérdidas por entrada en la obra de toma**

Para entradas de sección elíptica y una sección rectangular, aguas abajo, el valor del coeficiente k varía de 0.07 a 0.2, en este caso se consideró un valor medio del rango indicado igual a $k = 0.135$.

Tabla II.15. Pérdidas por entrada en obra de toma

Variable	U
Ancho, en m	5.50
Alto, en m	4.00
Área, en m ²	22.00
V, en m/s	1.00
Pérdida, en m	0.0069

- **Pérdidas por cambio de dirección vertical**

De acuerdo con la topografía se obtuvo el perfil del terreno en los ejes de las líneas de conducción, y se requirieron 3 cambios de dirección vertical en la tubería a presión.

Tabla II.16. Pérdidas de carga por cambios de dirección verticales

Codos Verticales	1	2	3
Radio de curvatura (Rb), en m	7.50	8.46	7.50
Diámetro del conducto (D), en m	2.50	2.50	2.50
Rb/D	3.0	3.385	3.0
Δ (°)	33.725	6.763	26.962
Área del conducto, en m ²	4.909	4.909	4.909
Velocidad, en m/s	4.482	4.482	4.482
Viscosidad (ν), en m ² /s	0.000001		
número de Reynolds (Re)	11,204,507.99		
rugosidad absoluta (acero), en m	0.0001		

Aplicando el criterio de la USBR para cambios de dirección vertical, en la II.24 se presentan los resultados de las pérdidas producidas por los cambios de dirección verticales:

Tabla II.17. Pérdidas de carga por cambios de dirección verticales

Codos Verticales	1	2	3
Coefficiente de pérdida (K)	0.0559	0.0126	0.0469
Pérdida por codos, en m	0.0572	0.0129	0.0480
Pérdida total por codos, en m	0.1181		

- **Pérdidas por válvula de mariposa**

Para estas válvulas, en el Manual de CFE, se recomienda un coeficiente de pérdida por válvula de mariposa, $k = 0.15$.

Tabla II.18. Pérdidas por válvula de mariposa

factor	U
Pérdida, en m	0.1536

- **Pérdidas por salida al tanque de carga:**

Se propone un coeficiente de pérdida por salida, $k = 1$.

Tabla II.19. Pérdidas por salida

factor	U
Pérdida, en m	0.5856

- **Pérdidas en la bifurcación:**

Del manual de CFE, se proponen coeficientes de 0.5 y 0.3 para las conducciones para 6 y 16 m³/s, respectivamente.

Tabla II.20. Pérdidas en la bifurcación

Condición	U ₁	U ₂
Q _T en m ³ /s	22	22
V _T en m/s	4.48	4.48
Q _U en m ³ /s	16.0	6.0
V _u en m/s	4.62	3.90
Q _U /Q _{total} :	0.73	0.27
Pérdida, en m	0.3071	0.5119
Pérdida total , en m	0.8190	

- **Pérdidas en la reducción de las ramas:**

Las pérdidas en reducciones muy suaves son comúnmente despreciadas, sin embargo, para considerar un cierto valor se supuso la reducción gradual en la longitud necesaria, para el ángulo de 10° correspondiente a reducción según el criterio de Kisielev se obtuvo:

Tabla II.21. Pérdidas por reducción en las ramas

	U ₁	U ₂
D _E , en m	2.50	2.50
D _S , en m/s	2.10	1.40
L _{reducción} , en m	6.040	9.070
a	0.20	0.55
α	1.8965	3.4701
Θ, en rad	3.7930	6.9403
A _{conducto} , en m ²	3.4636	1.5394
V, en m/s	4.6195	3.8977
K	0.16	0.16
Pérdida, en m	0.1740	0.1239
Pérdida total, en m	0.2979	

- **Resumen de pérdidas locales:**

En la Tabla II.22 se observa que las pérdidas locales totales son de 7.2974 m.

Tabla II.22. Pérdidas totales en la conducción a presión

Locales (m)	Fricción (m)
1.9811	0.9552
Pérdida NAMO – Tanque de Carga	
4.3611	
Pérdida global del sistema (m)	
7.2974	

La carga Neta será de 92.7026 m.

- **Casa de Máquinas**

Para el dimensionamiento de casa de máquinas, se requiere conocer el tamaño de turbinas y generadores, por lo que a continuación se presenta el diseño de los componentes de éste equipo.

- **Turbinas**

Para una carga bruta de 100.00 m y gastos de 16 y 6 m³/s, es posible mantener el esquema de equipamiento con turbina tipo Francis de eje horizontal, debido a la sencillez del esquema de casa de máquinas. Para este nivel de estudio se consideraron los parámetros de diseño que se muestran en la Tabla II.23:

Tabla II.23. Parámetros de dimensionamiento de las turbinas

Q diseño:	22.0	m ³ /s
H bruta:	100.00	m
Q U1:	16.00	m ³ /s
Q U2:	6.00	m ³ /s
Longitud :	222.84	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}	600.00	msnm

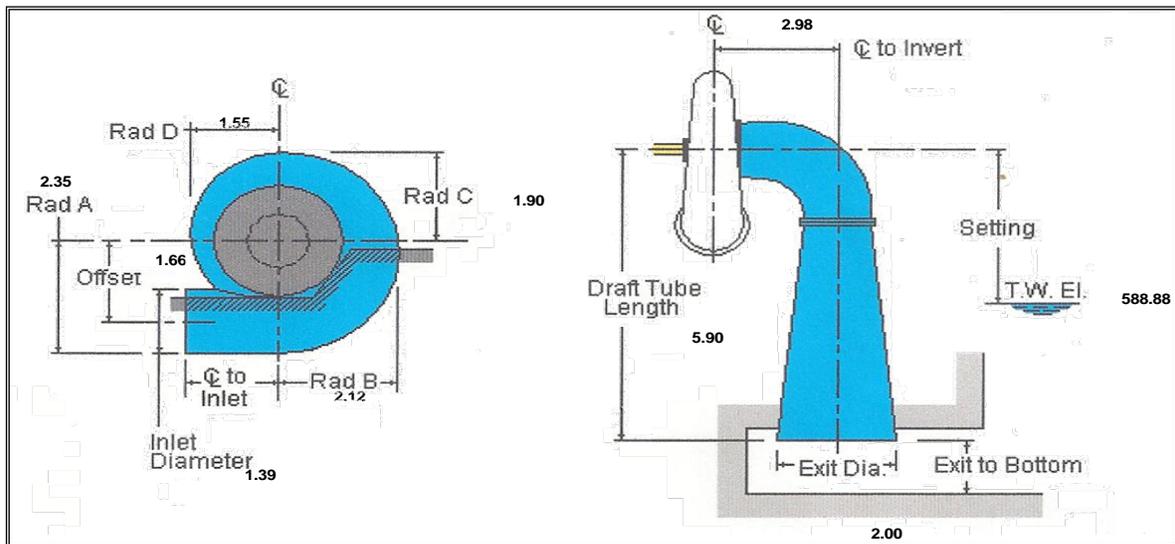


Figura II.15 Dimensiones preliminares para turbina de 16 m³/s

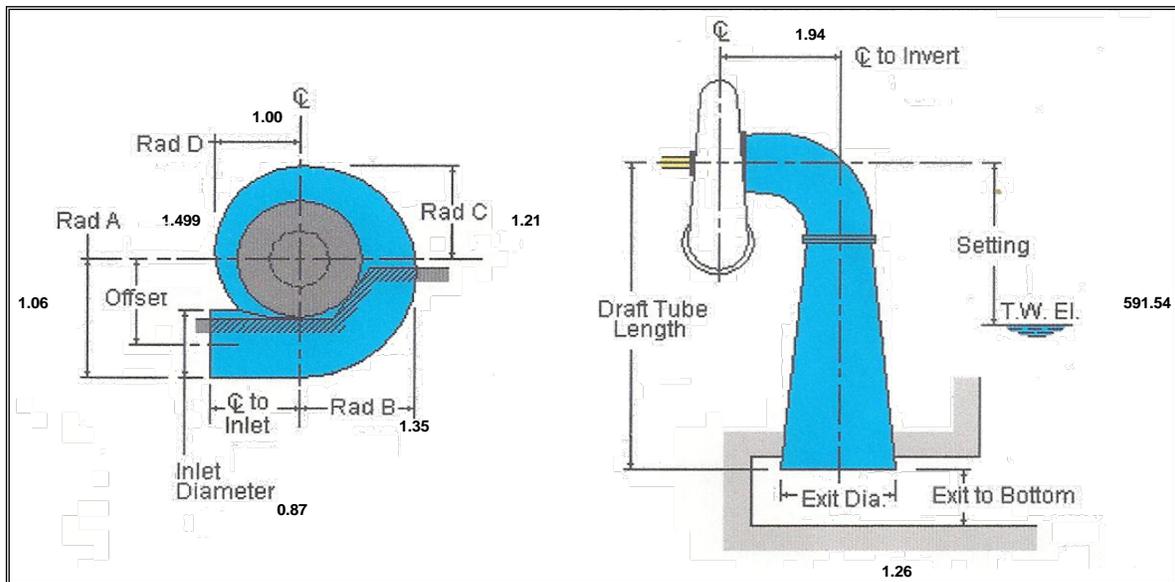


Imagen II.24. Dimensiones preliminares para turbina de 6 m³/s

- **Dimensiones de casa de máquinas**

Para alojar el equipo necesario para la operación de las unidades de generación, se requiere de un espacio de 25.20 m de ancho, por 34.38 m de longitud, y una altura de 18.53 m.

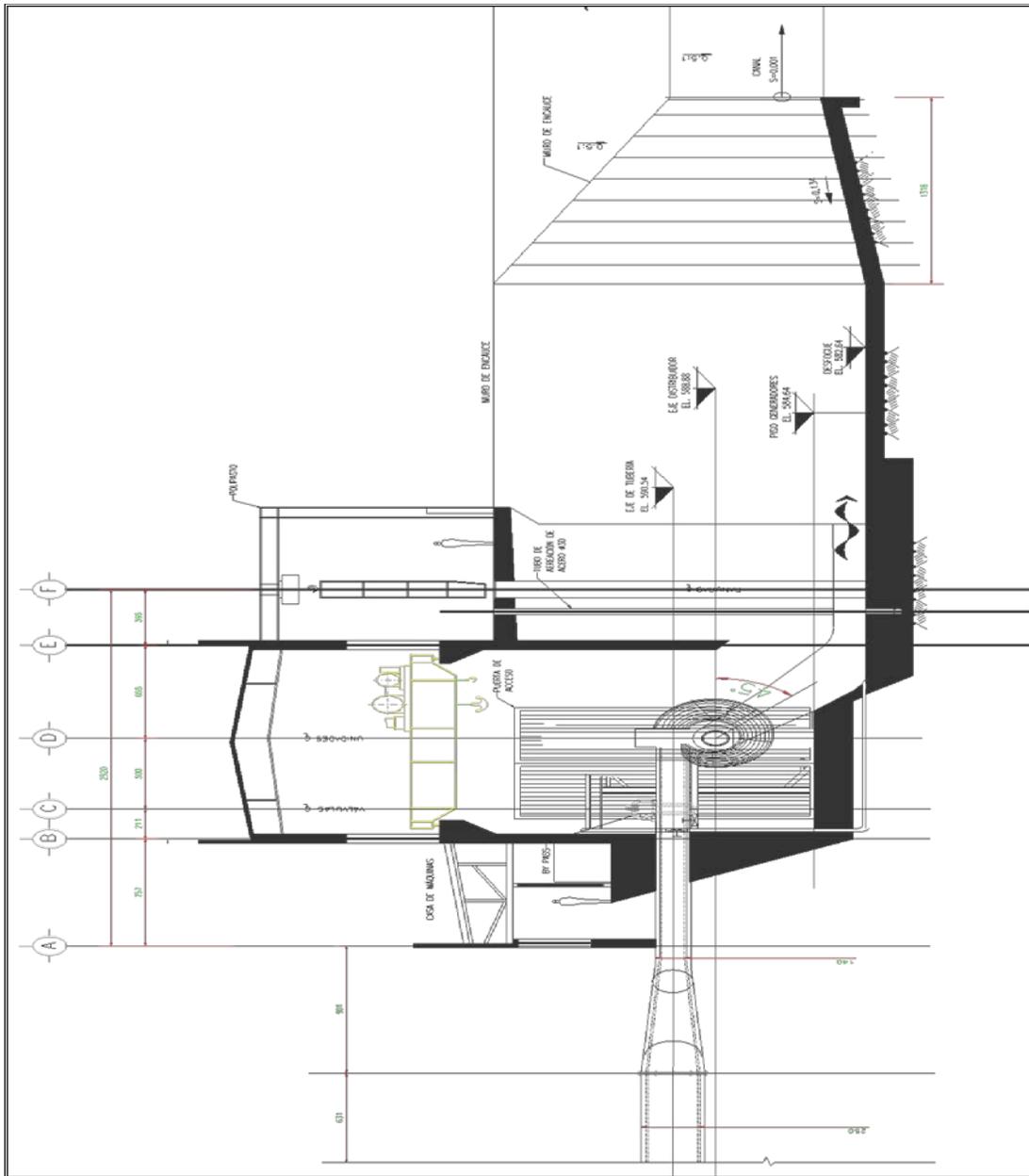


Figura II.25. Casa de máquinas, Corte por unidad 1

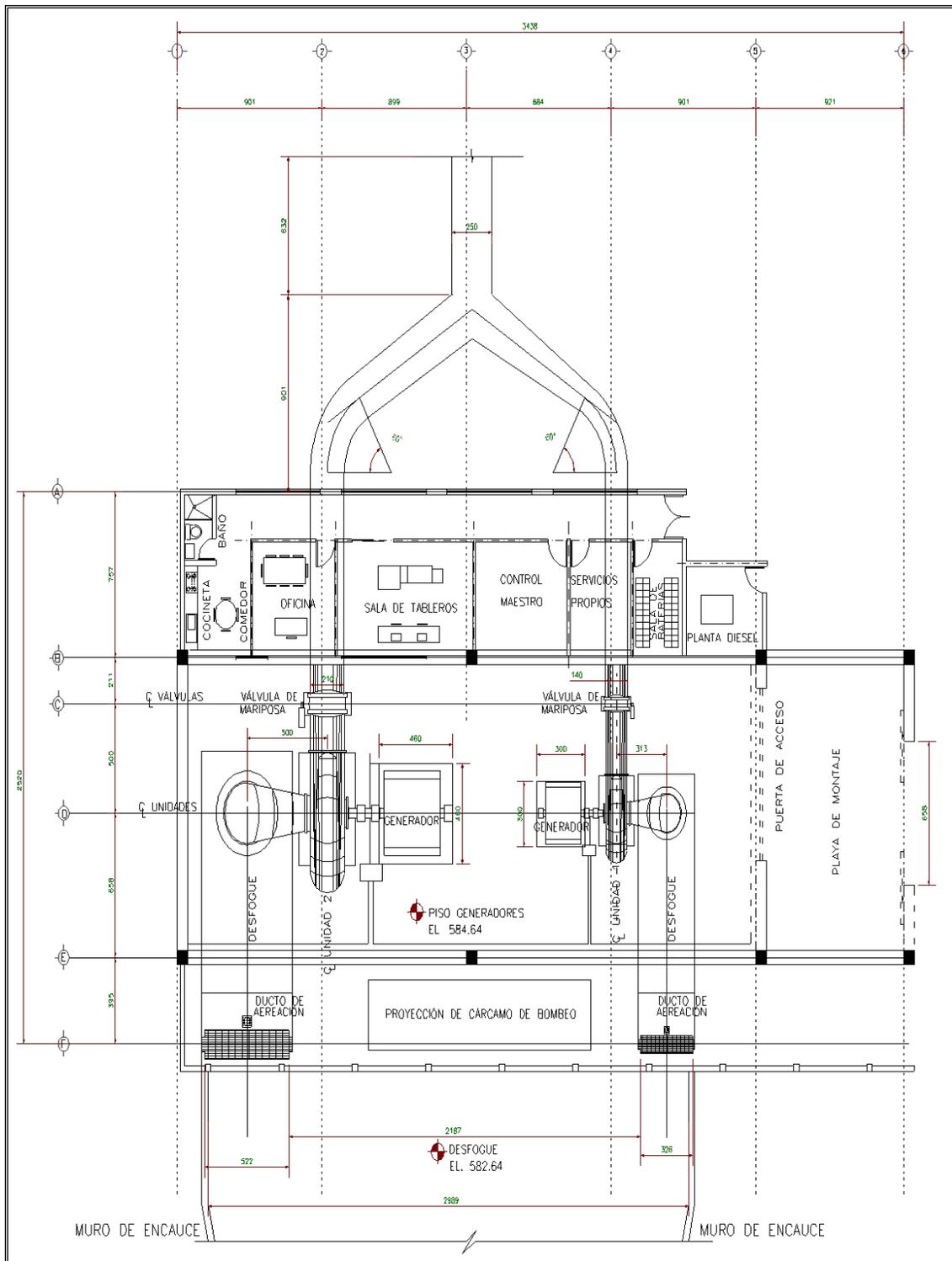


Figura II.26. Casa de máquinas, vista general

La poligonal en coordenadas UTM de localización de la Casa de Máquinas, se presenta a continuación:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CASA DE MÁQUINAS					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA (mm)	ÁNGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	6.398,40	90°56'45"	695.811,558	2.186.847,790
P2	P2-P3	5.855,70	89°52'19"	695.857,366	2.186.803,118
P3	P3-P4	6.481,31	89°39'58"	695.816,389	2.186.761,287
P4	P4-P1	5.804,20	89°30'59"	695.770,354	2.186.806,911

Área	3.754,2200	m ²
Área	0,37542	ha
Perímetro	245,4000	m

❖ 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 1,599.63 m³/s. Se consideró un vertedor de cresta libre en la elevación 700.00 msnm, con un cimacio tipo Creager, y como estructura terminal se considera una cubeta deflectora de 3.21 m de radio en la elevación 697.0 msnm.

La longitud de la corona y longitud efectiva de cresta es de 127.50. En la Tabla II.26 se presenta el perfil del cimacio.

Tabla II.26. Diseño del cimacio con paramento vertical.

X	Y	Z	X	Y	Z
0.0000	0.0000	700.00	1.9027	0.5729	699.43
0.1586	0.0058	699.99	2.0612	0.6641	699.34
0.3171	0.0209	699.98	2.2198	0.7616	699.24
0.4757	0.0443	699.96	2.3784	0.8650	699.13
0.6342	0.0753	699.92	2.5369	0.9745	699.03



MISIÓN ENERGÉTICA

MIA-P
SECTOR ELÉCTRICO



X	Y	Z	X	Y	Z
0.7928	0.1137	699.89	2.6955	1.0900	698.91
0.9513	0.1593	699.84	2.8540	1.2113	698.79
1.1099	0.2117	699.79	3.0126	1.3385	698.66
1.2685	0.2709	699.73	3.1712	1.4715	698.53
1.4270	0.3368	699.66	3.3297	1.6103	698.39
1.5856	0.4091	699.59	3.4883	1.7547	698.25
1.7441	0.4878	699.51	3.6468	1.9048	698.10
			3.8054	2.0606	697.94

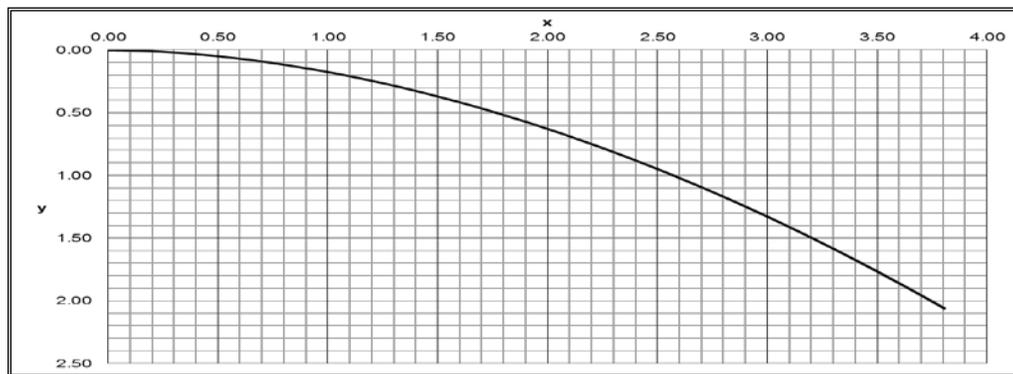


Figura II.16. Perfil del cimacio, paramento de aguas arriba vertical

❖ **Perfil hidráulico**

Para la longitud efectiva, se obtiene un tirante sobre la cresta de 3.34 m. En la figura II.17 se presenta el perfil hidráulico sobre el vertedor.

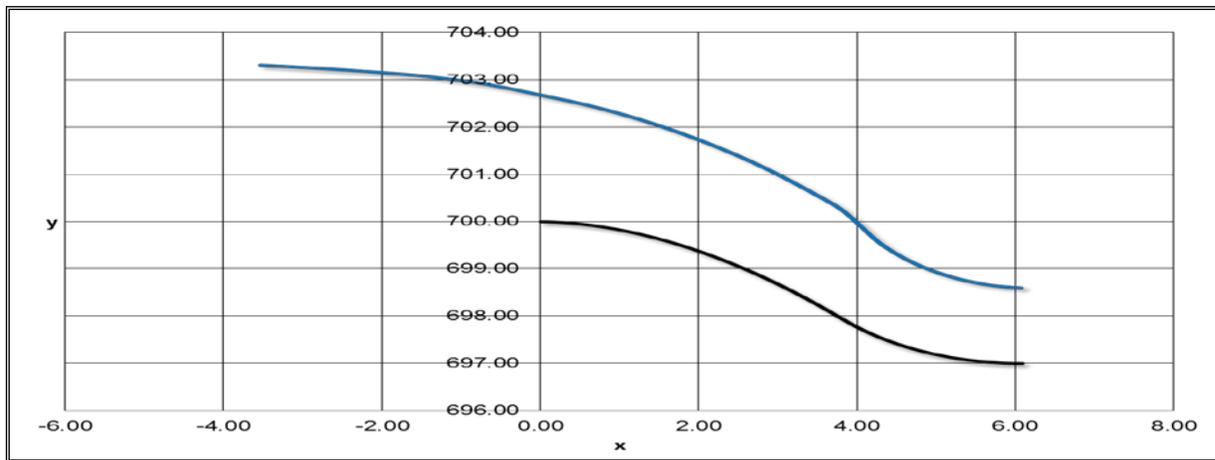


Figura II.17. Perfil hidráulico en vertedor.

❖ 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 526.76 m³/s. Considerando que para las cortinas de CCR se han propuesto canales de desvío, en el cuerpo de la cortina, 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 Cortina, 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.

Para la colocación del CCR de la cortina, 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 diseño se considera rectangular debido a que la topografía es bastante irregular para este fin. 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 II.27.

Tabla II.27. 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	105.69	29.08	3.63	14.54	7.27	4.98	8.36
Real	105.72	29.10	3.63	15.00	7.05	4.98	8.20

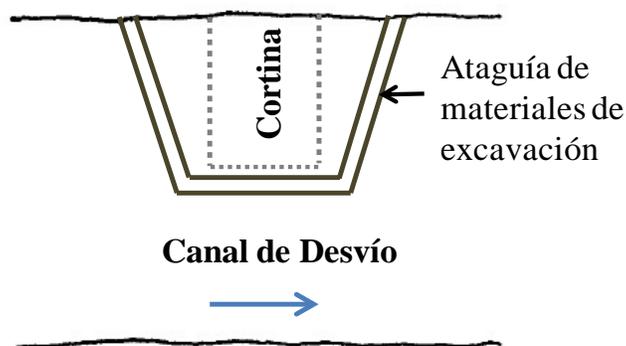


Figura II.18 Esquema de desvío

De acuerdo con el criterio de la sección óptima, el tirante para el canal de 15 m de ancho, produce un tirante de 7.05 m, que es 2.35 veces la altura de la cortina, por lo que no es adecuado este canal, por lo que se sugiere que el desvío se realice con el proceso de construcción de la cortina, permitiendo el paso del agua por una margen, mientras se construye la otra.

❖ 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 Bobos. Este canal sale directamente de la casa de máquinas 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 superficie aproximada de 125 m² y una longitud de unos 15 m.

II.2.1 Programa General de Trabajo

El programa general de trabajo está proyectado para 24 meses (preparación del sitio y construcción) de acuerdo a las obras previstas que se realizarán para la ejecución de cada uno de sus componentes, con una vida útil de 50 años, el cual se presenta a continuación:

Etapas	Actividades	2012-2014	2015	2016	2017	Hasta 50 años
	Etapa de Planificación					
	Estudios de campo					
	Proyecto ejecutivo					
	Gestión y financiamiento					
Preparación del sitio y Construcción	Trazo y nivelación					
	Desmonte y despalle					
	Habilitación y construcción de obras hidráulicas					
	Habilitación y construcción de obras electromecánicas					
	Construcción de obras de acceso					
Operación y Mantenimiento	Pruebas de hermeticidad y arranque previo a su operación					
	Monitoreo ambiental, Control y Vigilancia de equipos. Inicio de actividades de rehabilitación de sitios					
	Mantenimiento preventivo y correctivo					
Abandono	Fin Vida útil					

II.2.2 Preparación del sitio y construcción

Las actividades para la preparación del sitio consistirán de:

- Limpieza, desmonte y despalme
- Excavación, compactación y nivelación del terreno
- Habilitación de camino de acceso al Proyecto
- Habilitación para construcción de obras programadas
- Habilitación de almacenes temporales cubiertos y a cielo abierto
- Armado y acondicionamiento de oficinas temporales de construcción
- Manejo y disposición de los residuos sólidos, especiales y peligrosos generados en las diferentes etapas del proyecto.

Se ha considerado hacer uso de maquinaria y equipo común en las actividades de la etapa de construcción; es decir, se ha estimado que no se requerirá de maquinaria y/o equipo que requiera de condiciones especiales para su traslado y operación al sitio de proyecto. Para las etapas de preparación del sitio y construcción, se han considerado los siguientes:

- Trascabo o bulldozer
- Retroexcavadora
- Taladro neumático
- Unidades automotoras de volteo (7 y 14 m³)
- Generador de energía
- Camionetas todo terreno (4 x 4) para transporte de personal
- Equipo menor para trabajo manual.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se instalarán tanto un campamento temporal y oficina administrativa, con materiales de fácil ensamble y desarmado, que faciliten su movilidad o ubicación dentro de la zona seleccionada para el resguardo de maquinaria y equipo, por lo que también funcionará como

vigilancia y supervisión de personal, materiales y equipos a utilizarse. Se considera no contar con ninguna obra civil provisional. También se ha contemplado el empleo de mano de obra local, para este tipo de trabajos en la preparación del sitio y el uso de casas-habitación u otros servicios (renta de habitaciones, alimentación, sanitarios, etc.) que pudieran proporcionar la localidad, para beneficio económico de éstos últimos; con la finalidad de evitar en la mayor medida posible aprovechar espacios vitales para la comunidad.

II.2.4 Etapa de construcción

Antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, así como de la etapa constructiva, se realizará la identificación, rescate y reubicación de especies de flora y fauna que se localicen en ese momento o individuos que estén dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010, a través de recorridos previos de vigilancia y supervisión, por parte de un equipo de trabajo que estará bajo la responsabilidad de la empresa promotora. Ambiental del Proyecto.

La preparación del sitio iniciará con el desmonte y deshierbe de las áreas de trabajo, mediante el derribo gradual vegetación arbustiva, para esta etapa se utilizarán técnicas manuales (machetes y hachas) y uso de moto - sierras eléctricas si lo amerita el caso, y trascabos y camiones de volteo, para el movimiento y extracción de materiales.

Es importante resaltar que la margen donde se localizará la obra de toma, se evitará en la mayor medida, desprotegerla de las pocas especies riparias localizadas, y los procedimientos constructivos darán prioridad a la minimización de tiempos de exposición a suelos expuestos a la erosión pluvial y eólica, así como con el manejo adecuado de material de extracción, para una menor remoción de sedimentos o materiales, con el cual se disminuyan los riesgos de acumulación, obstrucción, arrastre o escorrentías y de partículas en suspensión sobre esta sección del Río Bobos.

Por las dimensiones y capacidad de los equipos a instalarse, se propiciará la construcción de obras y componentes, mediante el ensamblaje manual o apoyado con equipo que facilite estos trabajos, tomando en cuenta que de ser necesario, las líneas de tubería serán seccionadas en partes para un mejor manejo e instalación de las mismas.

La etapa constructiva, se ajustará al Programa de Trabajo donde se indican las obras y actividades programadas, las especificaciones de obras y equipos de la MHE, ya se indicaron en las características particulares del proyecto. Las obras y actividades son las siguientes:

Trazo y nivelación
Desmonte y despalme
Habilitación y construcción de obras hidráulicas
Habilitación y construcción de obras electromecánicas
Construcción de obras de acceso
Pruebas de hermeticidad y arranque previo a su operación
Monitoreo ambiental, Control y Vigilancia de equipos. Inicio de actividades de rehabilitación de sitios
Mantenimiento preventivo y correctivo
Abandono

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa operativa del proyecto, resulta ser una actividad continua que se llevará de manera particular, a la realización de recorridos periódicos a las obras y actividades que conforman el sistema de generación hidroenergético. Se contará con personal técnico, destinado a los recorridos programados, en los cuales tendrá la función y responsabilidad de supervisar las condiciones de la obra de toma, cortina y desarenador, verificando sus condiciones de estructura y correcto funcionamiento, monitorear el niveles de agua, grado de presencia sedimentos, hojas, ramas u otros objetos ajenos al proyecto, que hayan sido arrastrados por la corriente o avenidas extraordinarias, que puedan disminuir la eficiencia de los equipos o el bloqueo completo de las obras y equipos de operación hidráulica.

Las actividades de supervisión, también se mantendrán mediante éstos recorridos a lo largo del canal de conducción, principalmente identificando si no existen alteraciones o fisuras en la línea y brindar mantenimiento al tirante de agua por la presencia de artefactos o materia orgánica (hojas y ramas principalmente). Se verificará de igual manera el tanque de carga orientándose principalmente a verificación del funcionamiento de los elementos

estructurales (muros, losa, etc.) así como la condición del suelo alrededor de este y posibles asentamientos que puedan comprometer o meter en una condición crítica su estructura.

Las mismas actividades de supervisión y revisión continua se ejecutará para la tubería a presión, que alimentará a la casa de máquinas, donde se verificará la estabilidad de los soportes, la condición de erosión de suelo, geológica, entre otras más y lo correspondiente a la casa de máquinas, la vigilancia de su operación, mediante su supervisión y mantenimientos programados (preventivos y correctivos) será de manera permanente, especialmente el sistema de turbinas y electromecánico. Todo lo anterior, será llevado a través de una bitácora que la empresa en función de las condiciones finales que resulten de la construcción de la planta, elaborará específicamente para ella. Los recorridos para verificación de la operación del sistema, será realizado por personal que se contrate de forma directa, así como por personal especializado de la empresa, en el caso de alguna avería mayor o significativa, se contratarán los servicios de empresas especializadas en esta materia.

Como parte de los elementos normativos que exigen las dependencias de gobierno de competencia, serán elaborados en su momento y previo a la operación específica del proyecto hidroenergético, un programa de prevención de accidentes, programa interno de protección civil, y demás elementos normativos, destinados a la capacitación del personal técnico que participe de manera directa, indirecta o de forma externa en la operación de la Mini Hidroeléctrica “La Paz”.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Por el momento, no se consideran otras obras asociadas al proyecto.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

El Proyecto denominado “La Paz” consistente en la instalación, construcción y equipamiento de una Mini Hidroeléctrica a baja escala, fue evaluado para una operación óptima de sus elementos como concreto, tubería, caminos, canal, etc., para un periodo de 50 años.

Se realizará una evaluación mensual y anual basada en los registros de las bitácoras en donde se buscará obtener información principalmente de la variación de caudal y la recuperación y conservación de la vegetación y fauna ya que son los elementos que definirán al final la continuidad de la operación del sistema hidroeléctrico.

De acuerdo a las estadísticas obtenidas para la evaluación del proyecto (disponibilidad de agua), se alcanzará la meta de 50 años y se estima la continuidad de este; por lo que respecta a las condiciones bióticas y abióticas, es mediante el presente estudio y la evaluación y procedencia del proyecto por parte de la autoridad normativa, para que su operación se ajuste condiciones ambientales que permitan el correcto desempeño y desarrollo del proyecto.

Como ya se indicó, la proyección de abandono del sitio está contemplado a los 50 años de operación de la mini – hidroeléctrica.

II.2.8 Utilización de explosivos

Hasta el momento, de acuerdo a la información geológica y geotécnica, así como a la ubicación de obras y trazos de conducción del proyecto, se considera que no hará uso de explosivos en las etapas iniciales del proyecto. Sin embargo, si se llegara a requerir el uso de explosivos por una condición extraordinaria por la estructura geológica de los suelos más profundos, se consultará de manera previa a la autoridad ambiental, para la determinación del tipo de explosivo que resulte con menor impacto al ecosistema y posteriormente cumplir con la normatividad para poder obtener los permisos correspondientes ante la SEDENA.

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

Durante la ejecución de las obras y actividades del proyecto, se generarán residuos de tipo municipal y de manejo especial, los cuales tendrán como destino el sitio que determine la autoridad local o municipal, del mismo modo, se espera generación de éstos residuos por parte de los pobladores de la Congregación Río Vasco 2, que participen en el proyecto,

seguramente se verá un ligero aumento por los consumos de personas que se incorporen a su localidad para la contratación de mano de obra.

Se estima que la mayor cantidad de residuos sea del tipo sólidos urbanos y en menor medida de manejo especial. También, se estima se genere residuos peligrosos, por los trabajos de mantenimiento de vehículos automotores, aunque éstos se harán en centros debidamente autorizados por la SEMARNAT, para su manejo y disposición final.

Se tendrá la generación de emisiones a la atmósfera siendo la principal fuente de generación la maquinaria automotor (camiones de carga, trascabos y vehículos ligeros), fuera de esta consideración como fuente de emisiones a la atmósfera, no se contempla ninguna otra fuente de generación de emisiones. Estas estarán dentro de los parámetros permisibles por la normatividad en materia de aire.

Se tendrá la generación de residuos líquidos, provenientes de orina y excretas fecales de los trabajadores, identificándose como agua residual, su manejo se realizará mediante la contratación e instalación de casetas sanitarias móviles, en una relación de 1:10 trabajadores. El destino final de estas, se realizará donde lo indiquen las autoridades locales.

En la tabla II.28, se indican los puntos de generación de residuos municipales, de manejo especial, residuos peligrosos y emisiones a la atmósfera por fuentes móviles:

Punto de Generación	Tipo	Condiciones
Permanencia de personal laboral del proyecto	Residuo sólido urbano (RSU)	Personal operativo y administrativo del proyecto, así como algunos pobladores de la localidad.
	Residuo líquido (RL)	Agua residual proveniente de aseo personal y sanitarios móviles
Área de comedor o de alimentos en el sitio	Residuos sólidos urbanos	Personal operativo y administrativo del proyecto, así como algunos pobladores de la localidad.

Punto de Generación	Tipo	Condiciones
	Residuos líquidos	Agua residual proveniente de aseo personal y sanitarios móviles
Campamento temporal, resguardo de equipo y maquinaria y área de vigilancia	Residuos peligrosos	Si bien no se dará mantenimiento a la maquinaria o equipo en el lugar donde esté siendo usada, se considera el escenario en donde por causas de fuerza mayor no pueda moverse la maquinaria al taller especializado y/o por la actividad propia, no se tenga el manejo adecuado y genere una posible contaminación <i>in situ</i> .
Área de obra o frentes de trabajo	Emisiones a la atmósfera	Se generará durante el proceso de combustión del combustible, por la operación de las unidades automotoras movilizadas en la zona de proyecto.

Tabla II.28. Identificación de puntos de generación de residuos sólidos.

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

De acuerdo a lo identificado en el punto anterior, es de observancia obligatoria y puntual las condiciones de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en sus diferentes materias (aire, suelo, agua, etc.), que prevengan la contaminación al ambiente y su entorno, en este sentido se contará con botes metálicos con tapa con capacidad de 200 litros dispuestos de manera estratégica dentro del áreas de trabajo y al final del día, se concentrarán en un punto de fácil acceso para su manejo y disposición final. En cuanto a la generación de residuos peligrosos, los equipos automotores se les dará el mantenimiento preventivo para estar en condiciones óptimas o adecuadas de operación, por lo que el manejo de residuos peligrosos, se hará por cuenta del centro de servicio autorizado por la SEMARNAT en el manejo y su disposición final, sin embargo, se considera la selección y adecuación de un sitio confinado cercano al proyecto, para los casos que se requiera el manejo temporal de residuos

peligrosos, ajustándose a las especificaciones de dimensiones, condiciones de almacenamiento y señalamientos restrictivos y preventivos.

Finalmente, En la tabla II.29 se indican y reiteran las medidas preventivas a aplicarse durante la generación de residuos municipales, de manejo especial y residuos peligrosos:

Generación	Tipo	Observaciones
Área de comedor o de alimentos en el sitio	Residuos sólidos urbanos	Se colocaran contenedores rotulados que identifiquen el tipo orgánico e inorgánico. De ser necesario, se establecerá un convenio con el municipio o con la empresa contratada para su disposición final.
	Residuos líquidos	El control y disposición de aguas residuales o servidas, será por medio de la empresa que se contraten los sanitarios. Se le solicitará la comprobación del registro correspondiente y un documento que respalde lo manifestado en este documento.
Campamento temporal, resguardo de equipo y maquinaria y área de vigilancia	Residuos sólidos urbanos	Se dispondrán con contenedores rotulados como tipo orgánico e inorgánico. Se establecerá un convenio o acuerdo con el municipio para la disposición y la empresa contratista para este servicio.
	Residuos líquidos	Se colocaran contenedores rotulados que identifiquen el tipo orgánico e inorgánico. De ser necesario, se establecerá un convenio con el municipio o con la empresa contratada para su disposición final.
Área de obra o frentes de trabajo	Residuos Peligrosos	En el almacén temporal se destinaran contenedores metálicos con capacidad de 200 litros con un rótulo que identifique plenamente el tipo de residuo a depositar o contenido, para su posterior manejo y disposición final, se contratará una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT, que cuente con dicho registro como generadora de residuos peligrosos.
Área de obra o frentes de trabajo	Residuos Peligrosos	Se exigirá a la empresa contratista de la maquinaria que presenten sus registros de mantenimiento periódico de la maquinaria que sea empleada durante la ejecución de las obras y la programación de verificación de las unidades de transporte de personal.

Tabla II.29. Medidas de aplicación inmediata en los puntos de generación de contaminantes al ambiente.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO

En este capítulo se realiza una revisión detallada que permita identificar y analizar el grado de concordancia y cumplimiento entre las características y alcances del proyecto propuesto, con respecto a los diferentes instrumentos normativos y de planeación aplicables al uso de suelo. En este sentido, la realización del proyecto es contrastada y evaluada con el fin de que la autoridad disponga de los elementos jurídicos necesarios.

El análisis de concordancia se realiza considerando el orden de Jerarquía de Normas propuesto por Kelsen (1958) modificado por Hernández-García (2007); que incluye la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Tratados y Convenios Internacionales de los cuáles México es signatario, Programas de Ordenamiento Ecológico decretados, Programas de Desarrollo Urbano, Leyes y Reglamentos Federales, Estatales y en su caso Municipales así como el marco regulatorio basado en Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Normas Mexicanas (NMX) y Normas Técnicas, Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), y por último Programas Sectoriales (Figura III.1).



Figura III.1. Pirámide normativa de Kelsen (1958) modificada por Hernández-García (2007) aplicada a la Jerarquía de Normas Ambientales.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se procede al análisis de concordancia, la cual, en relación con el proyecto, incide de la siguiente forma:

III.1. Vinculación Jurídica con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Ley fundamental de nuestra nación, a partir de la cual se derivan las diversas Leyes temáticas, establece los principios básicos que deben de orientar el desarrollo de la Nación, en este sentido, el análisis de concordancia del proyecto con la Carta Magna permite identificar si en éste se observan los lineamientos que orientan el sentir de la nación.

A continuación se analizan los artículos de la *Lex Legum* que inciden en el proyecto y la forma en que el mismo cumple con ésta, de tal forma que de manera precisa se determine la concordancia jurídica del proyecto.

∞ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo	Texto Aplicable	Vinculación con el proyecto
4°	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.	Se elabora la presente MIA-P y se somete a evaluación por parte de la autoridad competente a fin de autorizar las medidas de mitigación propuestas y anexar las que la autoridad considere, con el fin de cumplir esta garantía individual.

III.2. Concordancia Jurídica con los Tratados y Convenios Internacionales.

Como se señaló en la introducción del presente Capítulo, siguiendo la jerarquía de Normas propuesta por Kelsen *op cit.*, se analizan los tratados internacionales que inciden y obligan a su cumplimiento al proyecto en análisis. Sin duda el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, relacionado con el Tratado de Libre Comercio entre nuestro país y los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, es el Tratado vinculante de mayor relevancia, es por ello que es importante revisar y determinar la concordancia jurídica del proyecto con este importante instrumento jurídico vinculante.

∞ Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

Artículo	Texto Aplicable	Vinculación con el proyecto
2°	Compromisos generales: 1. Con relación a su territorio, cada una de las Partes: (e) evaluará los impactos ambientales, cuando proceda.	La promovente cumple con este precepto al contribuir con la autoridad ambiental para la evaluación del impacto ambiental conforme lo establecido.

∞ Carta Mundial de la Naturaleza de 1982.

Artículo	Texto Aplicable	Vinculación con el proyecto
2°	En este documento se afirma que “las actividades que puedan entrañar graves peligros para la naturaleza serán precedidas de un examen a fondo”, añadiendo en su Principio 11, apartado c) que: “Las actividades que puedan perturbar la naturaleza serán precedidas de una evaluación de sus consecuencias y se realizarán con suficiente antelación estudios de los efectos que puedan tener los proyectos de desarrollo sobre la naturaleza...”	La promovente cumple con este precepto al contribuir con la autoridad ambiental para la evaluación del impacto ambiental conforme lo estipulado en su Principio 11.

∞ Principio 17 de la Declaración de Río.

Artículo	Texto Aplicable	Vinculación con el proyecto
2°	“Deberá emprenderse una evaluación de impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente”.	La promovente cumple con este precepto al contribuir con la autoridad ambiental para la evaluación del impacto ambiental conforme lo establecido.

III.3. Concordancia Jurídica con los Planes de Ordenamiento Ecológico (POET).

De manera general, el **Ordenamiento Ecológico del Territorio** es considerado un proceso de planeación de los usos del suelo en relación con los recursos naturales y con el propósito de garantizar la funcionalidad y sostenibilidad del medio natural, su población y su actividad productiva, a fin de lograr un equilibrio entre la transformación y la conservación del medio. El ordenamiento se perfila como un conjunto de acciones encaminadas a modelar los usos del suelo sobre una base de conocimientos y análisis científicos y jurídicos, y con el apoyo de técnicas como la estadística, la cartografía y los sistemas de información geográfica. Este instrumento se plasma en una división geopolítica-administrativa a través de la aplicación de políticas y programas gubernamentales.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad, la ubicación de las actividades productivas en el territorio requiere de un equilibrio regional en el cual se impulse la inversión en los sectores productivos, se dé certidumbre y se ofrezcan opciones en cada renglón, y se fomente el desarrollo social y económico, al tiempo que se busque la conservación y la protección de los recursos naturales en los sitios de alta calidad ecológica.

Conocer las características del territorio y determinar criterios ecológicos que rijan la intensidad y las formas de uso del suelo, permite avanzar en el control del deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales. Así mismo, establece los cimientos para la restauración y recuperación de la base natural del desarrollo económico y social del país.

El ordenamiento ecológico es un instrumento de la política ambiental requerido por las instituciones y la sociedad, debido a que:

- Permite dar coherencia a las políticas institucionales o de administración y gestión del territorio, en particular en la coordinación entre los diferentes niveles de gobierno.
- Simplifica la aplicación de otros instrumentos de la política ambiental, como el otorgamiento de concesiones y permisos, la evaluación de impacto ambiental, los permisos de aprovechamiento de recursos naturales o de cambios de uso del suelo.
- Permite conciliar los intereses de conservación con los de crecimiento económico en los programas de los sectores de fomento (turismo, carreteras, energía, desarrollo

urbano, agricultura, acuacultura, entre otros) sobre una misma plataforma de información, por lo cual tiene una importancia estratégica para la solución de conflictos.

- Apoya la aplicación de otros instrumentos y programas de la política ambiental de carácter territorial, tales como: áreas naturales protegidas, normas oficiales mexicanas, disposición de residuos peligrosos, etcétera.

La legislación establece que para contribuir a la obtención de objetivos de la política ambiental, los planes o programas de desarrollo urbano deberán considerar los lineamientos y estrategias contenidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio.

También señala que los planes o programas de desarrollo urbano deberán considerar los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos y otros temas relacionados con la conservación y el mejoramiento del ambiente; la prevención y atención de riesgos y contingencias ambientales; la orientación para el desarrollo sustentable de las regiones en el país en función de los recursos naturales, de las actividades productivas y del equilibrio entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales, entre otros asuntos.

La LGEEPA señala como instrumentos de la política ambiental: la planeación ambiental, el ordenamiento ecológico del territorio, los instrumentos económicos, la regulación ambiental de los asentamientos humanos, la evaluación del impacto ambiental, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la autorregulación y auditorías ambientales, y la investigación y educación ecológicas.

Estos criterios generales están contenidos en el Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET). Por lo cual, el OET es una herramienta fundamental e imprescindible del ordenamiento territorial, pues la orientación de los procesos de usos y ocupación del territorio deberá considerar la evaluación de las posibles afectaciones al ambiente, y el proporcionar un diagnóstico de la estructura y dinámica del estado de los recursos naturales, así como una evaluación de los conflictos, las potencialidades y las propuestas de uso de suelo, con sus políticas y criterios ambientales. El ordenamiento ecológico es, además, un instrumento normativo básico sobre el cual debe descansar la evaluación del impacto ambiental. La

consolidación operativa de los dos instrumentos permite un acercamiento a los criterios de sustentabilidad del desarrollo regional. En resumen, el ordenamiento ecológico es la base para los planes y programas de desarrollo.

III.3.1 Modalidades del ordenamiento ecológico.

La LGEEPA en su artículo 19 BIS, secciones I, II, III y IV, considera cuatro modalidades distintas del ordenamiento ecológico del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, con funciones normativas también distintas: General del Territorio, Regionales, Locales y Marinos.

a) Ordenamiento General del Territorio.

Su promoción le corresponde a la SEMARNAT, en coordinación con otras autoridades federales, estatales y municipales, y con la participación de los particulares. Su objetivo es determinar el diagnóstico de los recursos naturales y de las actividades productivas en el ámbito nacional, así como los grandes lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la localización de las actividades productivas y de los asentamientos humanos. Se pretende que al entrar en vigor estos elementos sea obligatorio para la administración pública acatar las disposiciones del ordenamiento ecológico, pues este instrumento permitirá la administración integral del territorio.

b) Ordenamiento Regional.

Determina el diagnóstico de las condiciones ambientales y tecnológicas utilizadas por los habitantes de una región específica, así como los criterios de regulación ecológica para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la realización de las actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos. Este ordenamiento puede ser expedido por los gobiernos de los estados y del Distrito Federal en regiones que abarquen la totalidad del territorio de la entidad federativa o porciones de él.

c) Ordenamiento Local.

Compete a las autoridades municipales, y en su caso, a las del Distrito Federal. Su objetivo es realizar el diagnóstico de las condiciones ambientales y tecnológicas para regular los usos del suelo fuera de los centros de población con el propósito de proteger el ambiente, y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales en la ejecución de actividades productivas y asentamientos humanos, así como establecer criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para que sean integrados en los programas de desarrollo urbano.

d) Ordenamiento Marino.

Compete a las autoridades federales, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales. Define los lineamientos y estrategias para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos oceánicos.

III.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Los Ordenamientos incluyen una fase propositiva que determina la estrategia general del ordenamiento ecológico del territorio, a través del modelo de ordenamiento del área en cuestión, en el cual se identifican áreas con características comunes –Unidades de Gestión Ambiental, UGA– y la política ambiental de cada una de ellas. Ésta puede ser:

- *Aprovechamiento.* Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite su cambio en la totalidad de UGA donde se aplica. En esta política siempre se trata de mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los ecosistemas que contiene la UGA.
- *Restauración.* Política que promueve la aplicación de programas y actividades encaminados a recuperar o minimizar, con o sin cambios en el uso del suelo, las afectaciones producidas por procesos de degradación en los ecosistemas incluidos

dentro de la UGA. En esta política se tratan de restablecer las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales en la UGA para posteriormente asignarla a otra política ambiental.

- *Conservación.* Política ambiental que promueve la permanencia de ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto último implique cambios masivos en el uso del suelo en la UGA donde se aplique. Con esta política se trata de mantener la forma y función de los ecosistemas, a la vez que se utilizan los recursos existentes en la UGA.
- *Protección.* Política ambiental que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad merezcan ser incluidos en sistemas de áreas naturales protegidas en el ámbito federal, estatal o municipal. La utilización de los recursos naturales está sujeta a la normativa estipulada en el programa de manejo que sea definido por la administración del área protegida.

Cada una de estas UGA con su política ambiental se acompaña de sus respectivos usos de suelo (actual, propuesto, alternativo, condicionado e incompatible), un cuadro de obras, servicios y acciones, así como una serie de lineamientos o criterios ecológicos de carácter general para definir las actividades necesarias para ejecutar el modelo.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio fue publicado en el D.O.F. el día 7 de septiembre de 2012 (DOF, 2012), en el cual, la base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2'000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas,

de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

En este sentido se ubica el área del proyecto en la Región Ecológica 18.17 la cual se compone de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 56, donde se integra de manera territorial el área de estudio del proyecto, denominada *Sierras de Chiconquiaco*, la cual tiene una superficie de 4,855.53 km², como se observa en la Figura III.2 y Cuadro III.1.

Escenario al 2033:		55, 56, 58, 59, 68, 98 y 138. Inestable 72, 97, 129 y 132. Crítico a Muy crítico 73, 74, 75, 80, 99 y 100. Inestable a crítico 131 y 143. Crítico			
Política Ambiental:		55, 56, 58, 59, 68, 72, 73, 74, 75, 80, 97, 98, 99, 100, 129, 131, 132, 138. y 143- Restauración y aprovechamiento sustentable			
Prioridad de Atención:		55, 56, 58, 59, 68, 98 y 138. - Media 72, 74, 75, 97, 129, 131, 132 y 143 - Muy alta 73, 80, 99 y 100. - Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
56	Forestal	Agricultura	Ganadería - Minería - Poblacional	CFE- CENAPRED - Industria - PEMEX - SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Cuadro III.1. Estrategias de la UAB 56.



Estrategias UAB 56	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 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 invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo 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.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.
E) Desarrollo Social	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. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades 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. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Cuadro III.1. Estrategias de la UAB 56 (Continuación).



Figura III.2. Región Ecológica y UAB donde se ubica el sitio del proyecto.

El estado actual del medio ambiente (2008) en la **UAB 56** es **Inestable. Conflicto Sectorial Bajo**. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas

Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es Pecuario, Agrícola y Forestal. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 38.8. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

III.3.3 Programa de Ordenamiento Regional.

El Ordenamiento Ecológico tiene su fundamento legal en los artículos del 15 al 30 de la Ley No. 62 Estatal de Protección Ambiental (LEPA, para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave) y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico.

Tal como lo establece la **Ley No. 62 Estatal de Protección Ambiental**, el ordenamiento ecológico es un instrumento de la política ambiental, que orienta ó induce la regulación de los usos de suelo, para lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos, se basa en la evaluación actual de los recursos naturales, en la condición social de sus habitantes, y en la aptitud potencial del área analizada, considerando elementos de propiedad y de mercado, para determinar la capacidad de usar el territorio con el menor riesgo de degradación.

El Artículo 16 de la LEPA establece que los programas de ordenamiento ecológico tendrán por objeto determinar:

- I. La regionalización ecológica del territorio estatal de las zonas sobre las que el Estado ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de

las actividades productivas que en ellas se desarrollen y de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes.

- II. Los lineamientos y estrategias ecológicas para la conservación, preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización y planeación de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

La Constitución, en sus artículos 25, 26 y 27, establece los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales en función de impulsar y fomentar el desarrollo productivo con la consigna de proteger y conservar el medio ambiente. Considera además, la participación de los diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el plan y los programas de desarrollo, los artículos constitucionales 73, 115 y 124 definen las facultades tanto de la federación, como de los municipios y de los estados en el ámbito ambiental.

De manera específica, el proyecto se encuentra inmerso dentro del *Programa de Ordenamiento Ecológico Cuencas de los Ríos Bobos y Solteros, Ver.*, instrumento de política pública cuyos Decreto fueron publicados los días 3 de junio del 2004, 7 y 12 de marzo de 2008, en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de Veracruz, Tomos CLXX y CLXXVIII, Números Extraordinarios 111 y 75 y 81 respectivamente, el cual ubica al área de estudio dentro de la UGA 8, dentro de la cual aplican los siguientes criterios:

MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BOBOS Y SOLTEROS, VER.						
UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL						
UGA	POLITICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	CRITERIOS ECOLÓGICOS
8	RESTAURACION	ESPACIO NATURAL	TURISMO FLORA Y FAUNA	INFRAESTRUCTURA EQUIPAMIENTO	AGRÍCOLA PECUARIO ASENTAMIENTOS HUMANOS INDUSTRIAL MINERÍA	Tu 1,2, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 16, 17, 18, C 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 21 Eq 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12 Ff 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, Mae 1, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, Pe 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, Ac 1,2, 3, 4, 5

Cuadro III.2. Políticas y Usos de la UGA.

Como puede observarse, la política de la UGA 8 es de Restauración, con un uso predominante de Espacio Natural, con usos compatibles Turismo y Flora y Fauna, usos condicionados Infraestructura y Equipamiento, teniendo finalmente como usos incompatibles al Agrícola, Pecuario, Asentamientos Humanos, Industrial y Minería.



Figura III.4. Unidad de Gestión Ambiental 8 del POER Río Bobos y Solteros.

Así mismo, los Criterios aplicables al proyecto, son:

<i>Tabla de Criterios Ecológicos</i>			
<i>Construcción</i>			
Disposición de desechos	C	6	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos, sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, ríos, lagunas, zonas inundables y áreas marinas.
	C	7	Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, fertilizantes, insecticidas, aguas de lavado, bloques, losetas,

			ventanería, etc.)deberán disponerse en confinamientos autorizados.
	C	8	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de maquinaria en uso en las etapas de preparación, construcción y operación.
Materiales de construcción	C	9	Se recomienda que en la construcción de instalaciones ecoturísticas se promueva la utilización de materiales naturales que no se encuentren amenazados (madera, palma, tierra, etc.).
Protección	C	10	Estará prohibido todo tipo de construcción en las orillas de los cuerpos de agua (ríos, ciénaga y manglar); la distancia de la obra se evaluará para cada proyecto en particular.
	C	11	La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, dunas costeras y ríos que la rodean, así como la vegetación nativa de la zona.
	C	12	No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén identificadas dentro de las áreas de alto riesgo en el mapa de riesgo ante eventos naturales.
Derecho de vía	C	16	Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.
Zonas de valor histórico	C	17	En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico.
Puentes	C	21	En aquellas zonas donde el efecto de la compactación del suelo por la construcción de carreteras impide el flujo natural del agua

			provocando inundaciones deberán construirse puentes carreteros.
Equipamiento			
Manejo de residuos sólidos	Eq	1	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua.
	Eq	2	Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.
	Eq	3	Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.
Manejo de residuos líquidos	Eq	6	Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la Ley Nacional de Aguas y su Reglamento.
	Eq	7	Los desarrollos de cualquier tipo, asentamientos humanos y proyectos productivos que no se encuentren conectados al sistema de drenaje municipal deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos de tratamiento y reutilización.
Muelles y embarcaderos	Eq	8	Se deberán realizar estudios específicos de impacto en tierra y mar para la construcción de muelles, embarcaderos y malecones.
	Eq	9	Solo se permitirá la construcción de embarcaderos rústicos de madera.
Restricción Marítimo Terrestre	Eq	10	La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas y la línea de costa que la rodean así como la vegetación pionera nativa de la zona y la vegetación riparia.

Represas	Eq	12	Cuando se requiera realizar obras de represamiento deberán realizarse estudios específicos que analicen la alteración de los flujos de agua y sedimentos.
----------	----	----	---

III.3.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Local.

Respecto a los Ordenamientos Ecológicos Locales, el municipio de Altotonga carece de un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Municipal.

III.3.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional.

Respecto a los Ordenamientos Marinos, se cuenta con el ***Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe***, publicado mediante ACUERDO en el Diario Oficial de la Federación del día sábado 24 de noviembre de 2012, donde se da a conocer la parte marina y regional del propio Programa, sin embargo el área del proyecto queda fuera de su zona de influencia.

III.4. Concordancia Jurídica con los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso de Centro de Población.

Respecto a este tipo de instrumento jurídico, no se cuenta con algún Programa de Ordenamiento Urbano en municipio del sitio del proyecto.

III.5. Concordancia Jurídica con las Leyes Federales y Estatales aplicables.

Siguiendo la jerarquía normativa de Kelsen *op cit.*, el cuerpo de Leyes de carácter Federal que inciden en el desarrollo del proyecto, se analizan a la luz de las particularidades del mismo, en relación con los lineamientos definidos en el articulado de cada una de ellas. El análisis que del cuerpo jurídico contenido en las leyes federales se hace en este apartado, permite determinar el grado de concordancia que el proyecto tiene con las mismas, de tal

manera que se sustenta el principio jurídico *Indultum á jure beneficium non est alicui auferendum*, asegurando con ello la viabilidad y soporte jurídico del propio proyecto.

☞ ***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

Artículo	Texto Aplicable	Vinculación con el proyecto
1°	<p>La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.</p> <p>Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:</p> <p>I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;</p> <p>V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;</p>	<p>El objetivo de someter el proyecto a evaluación y dictaminación por parte de la autoridad ambiental se evoca para garantizar el derecho de vivir en un medio ambiente adecuado, de ser el caso autorizado, aplicando las medidas de mitigación propuestas y las que la autoridad disponga.</p>
28°	<p>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.</p>	<p>Se somete a procedimiento de EIA el presente proyecto de carácter hidráulico.</p>

	<p>Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;</p>	
--	--	--

Siendo las Leyes Federales el instrumento jurídico de mayor jerarquía que aplica a las particularidades del proyecto, dada la materia de especialización de cada una de ellas, es conveniente señalar que los ordenamientos jurídicos siguientes en la jerarquía normativa, ofrecerán únicamente elementos de carácter técnico.

III.6. Concordancia Jurídica con los Reglamentos de las Leyes Federales y Estatales.

Si bien las Leyes Federales establecen los lineamientos que deben de ser observados por los particulares y el estado mexicano en relación a sus acciones, la forma de instrumentar lo que de ellas emane se determina en el cuerpo de Reglamentos; es por esto que el análisis de concordancia cobra mayor interés, ya que permite establecer con precisión el grado de correlación, y como se aplica al proyecto lo que el legislador determinó como elementos a cumplir *sine qua non* en toda acción que se apegue a lo que la Ley en particular expresa.

∞ Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Texto Aplicable	Vinculación con el proyecto
5°	<p>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:</p>	<p>El proyecto cumple directamente con la reglamentación aplicable, al elaborar el presente estudio para su evaluación ante la autoridad competente, en la modalidad y Sector que le corresponde.</p>



	<p>I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelectricas, 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;</p> <p>III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y</p> <p>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.</p>	
--	--	--

La forma de aplicación y cumplimiento de lo establecido en las Leyes con base en lo cual la autoridad y el gobernado deben de sujetar su actuación, es analizada en relación a los elementos que de éstas se aplican al proyecto que nos ocupa. En este sentido, a partir de las conclusiones de concordancia con la propias Leyes previamente analizadas, se puede aplicar el principio jurídico *Accesorium naturam sequi congruit principalis*, de tal manera que se aprecia con detalle en este análisis que el proyecto se apega y cumple con los elementos de detalle señalados en los apartados aplicables de los Reglamentos de las propias Leyes.

III.7. Concordancia Jurídica con las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y Normas Técnicas.

Los instrumentos jurídicos de menor jerarquía normativa son las Normas Oficiales Mexicanas, toda vez que éstas son instrumentos que determinan condiciones de carácter técnico a ser consideradas en la aplicación particular de lo que la ley correspondiente señala. En este considerando, se realiza el presenta análisis de concordancia con el desarrollo del proyecto.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		
NORMA	DESCRIPCIÓN	RELACIÓN Y CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Se deberá considerar la identificación y manejo apropiado de residuos peligrosos originados por una empresa autorizada.
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.	En base a las visitas de campo realizadas previo a la ejecución del proyecto, no se encontraron especies listadas en alguna categoría de riesgo, sin embargo, en caso de haber alguna especie transitoria se deberá diseñar e implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PROFLORAS) y/o Fauna (PROFANUS) Silvestres, o en su caso de Compensación Ambiental (PROCOAM).

III.8. Concordancia Jurídica con Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP) ó Áreas Prioritarias de Importancia Biológica (APIBIO).

∞ Área Natural Protegida.

El sitio del proyecto no se encuentra ubicado dentro de alguna ANP.

III.9 Concordancia Jurídica con los Planes de Desarrollo y Programas Sectoriales.

Sin duda los Planes y Programas, como se menciona en la Ley de Planeación, son los instrumentos que permiten al Ejecutivo, desarrollar las estrategias e instrumentos que fomenten y orienten el desarrollo del país; su condición como instrumentos de carácter inductivo, son sin duda elementos que fortalecen y favorecen el desarrollo de proyectos de inversión como el que nos ocupa; sin embargo, su condición jerárquica normativa, establece

condiciones genéricas que, a manera de lineamientos, inciden en el proyecto, pero de manera alguna pueden, jurídicamente, limitarlo en su alcance, si este se atiene a lo que las leyes le indican.

∞ *Plan Veracruzano de Desarrollo 2010-2016.*

Para lograr los objetivos de este Plan en materia de Comunicaciones y transportes, se establecieron dentro del capítulo IV. Catalizadores del desarrollo, “12 líneas estratégicas” establecidas en el apartado IV.4 titulado Comunicaciones, Transporte y Logística, mismas que se describen a continuación:

- 1) Contribuir a mejorar el bienestar de los veracruzanos y a reducir las condiciones de marginación en las que viven muchos.
- 2) Coadyuvar a la estrategia de crecimiento y empleo, en particular en su vertiente de impulso a la inversión y a la productividad.
- 3) Apoyar la estrategia de desarrollo regional, mediante la promoción y construcción de carreteras para interconectar e integrar las regiones, así como el de desarrollo de infraestructura complementaria de comunicaciones y transportes.
- 4) Potenciar los recursos estatales destinados a carreteras con los disponibles a nivel federal lo que requiere congruencia entre los proyectos de ambas instancias de gobierno. De manera que se interconecte el Estado transversalmente con los ejes carreteros.
- 5) Propiciar coinversiones en infraestructura carretera con gobiernos municipales y los particulares.
- 6) Ordenar la situación del transporte del Estado; llevar a cabo un control efectivo de unidades, líneas, tarifas y concesiones autorizadas. Apoyar su modernización para mejorar la calidad y seguridad de los servicios que ofrecen.
- 7) Mejorar la organización y operación del tránsito en el Estado. Para que contribuya a aumentar la productividad.
- 8) Impulsar la construcción de terminales intermodales, en particular las vinculadas con los puertos veracruzanos.

- 9) Apoyar el desarrollo de las telecomunicaciones en el Estado, la teledensidad y el acceso a Internet.
- 10) Promover la modernización y expansión de los puertos veracruzanos.
- 11) Apoyar el programa de telefonía rural satelital, en especial en zonas indígenas marginadas.
- 12) En coordinación con el Gobierno Federal, ampliar la cobertura de la red e-México en el Estado.

∞ Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018.

El Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018 es un instrumento de Planeación sin el cual México no tendría un rumbo definido hacia el progreso. En él se establece de manera clara y viable una estrategia para continuar con el proceso de desarrollo de México sobre bases sólidas y responsables buscando llegar al Desarrollo Humano Sustentable. Por lo que este Plan está estructurado en cinco ejes rectores:

1. Estado de Derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

El presente proyecto está vinculado con los siguientes ejes:

El Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos, en el tema de Telecomunicaciones y transportes, se establece la estrategia 14.10 que dice “Proponer esquemas de financiamiento y mejorar los ya existentes para fomentar el desarrollo de proyectos de infraestructura e impulsar su papel como generador de oportunidades y empleos.”

La implementación de esta estrategia contempla las siguientes líneas de política:

-
- En materia portuaria, los retos principales son la construcción de nuevos puertos y la modernización de los existentes, además de llevar a cabo el reordenamiento costero y la regulación de las actividades económicas que se realizan en los litorales nacionales, aprovechando mejor las ventajas comparativas del transporte marítimo.
 - Potenciar a los puertos como nodos articuladores para crear un sistema integrado de transporte multimodal que reduzca los costos logísticos y fomenten la competitividad, para ofrecer servicios con calidad y precios acordes a estándares internacionales.
 - Desarrollar terminales, corredores y proyectos multimodales de gran envergadura, que permitan a México constituirse en una plataforma logística que facilite los intercambios comerciales al interior y hacia el resto del mundo.

Se puede concluir que la realización del presente proyecto coadyuvará con esta Política en el sentido de utilizar de manera ambientalmente sustentable la vasta disponibilidad de las zonas costeras para incrementar los niveles de las actividades industriales, turísticas y económicas, y así eliminar paulatinamente el rezago de la infraestructura portuaria que tiene México.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Inventario Ambiental.

IV.1 Delimitación del área de estudio.

El Sistema Ambiental (SA) se delimita generalmente con base en el concepto de cuenca hidrológica y los límites corresponden a la línea del parteaguas de las cuencas de drenaje. Este criterio se ha utilizado en razón de que los recursos hídricos continentales son una componente esencial e imprescindible de todos los ecosistemas terrestres. Así, el espacio común en donde interactúan e interdependen, en un proceso permanente y dinámico, los componentes físico, biótico y socioeconómico, es justamente la cuenca. Con este enfoque, el área de estudio es el área drenada por una corriente o sistema interconectado de cauces en la que todo o parte del escurrimiento originado en tal área es descargado a través de una única salida al mar.

La utilización de la cuenca para la definición del área de estudio resulta consistente con el objetivo de evaluar el impacto sobre los regímenes hidrológicos de una modificación en los usos del suelo, ya que es en la cuenca donde se pueden compatibilizar las actividades humanas con la interacción de todos los recursos naturales que la integran.

Ahora bien, la extensión de una región hidrológica puede ser tan amplia como la de un país entero. En México, y atendiendo únicamente al criterio hidrológico, la regionalización del país está jerarquizada en función de la superficie cubierta en: regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas. Por otra parte, existe una relación inversa entre la escala espacial en la que se pueden observar los impactos y la escala en la que podrían extenderse dichos impactos. En el caso extremo, a escala de una región hidrológica se pueden contemplar todas las interacciones existentes entre los usuarios de los recursos y el ambiente que los rodea en su contexto más amplio; sin embargo, a esta misma escala, una actividad que genere un cambio en el uso del suelo o cuerpo de agua con una extensión muy local (hectáreas o decenas de hectáreas) provocaría impactos cuya valoración en el contexto del

marco de estudio serían prácticamente nulos, razón por la cual no es conveniente definir el área de estudio al nivel de la región hidrológica.

Dada la naturaleza del proyecto, y por estar ubicada dentro de una UGA de un POER Decretado, se procedió a tomar como Sistema Ambiental el polígono de afectación inmediata dentro de la UGA 8, conformado por Cortina, Desarenador, Canal de Conducción, Tanque de Carga, Tubería de presión y Casa de Máquinas (Anexo 5).

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

IV.2.1 Aspectos abióticos.

a) Clima.

El proyecto no incidirá en una modificación de los climas presentes en el SAR, por lo que el contenido de esta sección se acota a la descripción general de los tipos de clima presentes en el estado de Veracruz y del municipio de Altotonga. Los climas que predominan en el estado de Veracruz son cálido subhúmedo 53.5% y cálido húmedo 41%, estos se localizan en la Llanura Costera del Golfo Norte y Sur; el 3.5% presenta clima templado húmedo, el cual se localiza en las partes altas de las zonas montañosas y el 1.5% presenta clima templado, localizado también en las partes altas de la montaña; el 0.5% es seco y semiseco localizado en la región oeste del estado; y finalmente, un pequeño porcentaje (0.05%) es clima muy frío y se encuentra en las partes altas del Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

La temperatura media anual es de 23°C, la temperatura máxima promedio es de alrededor de 32°C y se presenta en los meses de abril y mayo; la temperatura mínima promedio es de 13°C y se presenta en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de 1 500 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre; en la región colindante con Tabasco se presentan todo el año.

Los climas cálidos húmedos y subhúmedos propician el desarrollo de una gran variedad de cultivos tales como: cítricos, mango, café, arroz, piña, vainilla, plátano, caña de azúcar y maíz, entre otros.

El clima en el municipio de Altotonga está determinado por un clima templado-húmedo (Cf). La temperatura anual de la ciudad es de 14.3°C siendo el periodo de abril-junio el más cálido del año con temperaturas medianas que superan los 15°C, y para el resto del año las medidas no bajan de los 12°C, el promedio de temperatura mínima es de 7.7°C siendo los meses de noviembre a febrero los de temperatura más baja, con medidas mensuales que no bajan de los 5°C. su precipitación pluvial media anual es de 1 mil 428 mm. Como se puede ver en la imagen 4.2, 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, registrándose una precipitación promedio anual del orden de los 1001 A 2000 mm.

Fenómenos climatológicos.

Los fenómenos hidrometeorológico son el producto del movimiento del agua superficial y de los cambios meteorológicos que afectan directamente la capa terrestre. Los que se presentan frecuentemente en el estado de Veracruz son: Ciclones, Inundaciones, Heladas, Sequías, Tormentas eléctricas, Granizadas, Temperaturas extremas.

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 120 días al año se producen en los poblados de Magueyitos, El Roble, Colonia 3 de Mayo, que se localizan al sur del municipio, donde el clima que predomina es templado húmedo; El

rango de 91 a 120 días se presenta en la región centro, como en Altotonga, Buena Vista, Plan de Arenas, Paxtepec, Doctor Daniel Guzmán, Las Truchas, donde el clima que predomina es también el templado húmedo. La incidencia menor de 90 días se reporta en la zona norte del municipio como son los poblados de Mexcalteco, Cascajal, Vista Hermosa, Ricardo Flores Magón, Guadalupe Victoria, entre otros, (Atlas Municipal de Altotonga).

Granizadas.

Este fenómeno se produce en las zonas de elevada altitud, donde el clima es templado subhúmedo, sin embargo, el municipio presenta un clima de templado húmedo, por lo que únicamente este fenómeno se presenta con una frecuencia de 0 a 1 día al año (Atlas municipal de Altotonga).

Otros.

Así mismo, se reporta en el mapa de Peligro Precipitación por Tormentas Tropicales una densidad de peligro bajo y peligro medio, encontrándose el sitio del proyecto en la zona de Peligro bajo; por otra parte, se reporta un Peligro de Precipitación por Huracán para la zona.

b) Geología y Geomorfología.

Geomorfología histórica y evolución tectónica de Veracruz.

Fisiográficamente el territorio veracruzano forma parte de siete provincias: Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur, Cordillera Centroamericana y Sierra de Chiapas-Guatemala. En la costa norte se ha formado la laguna de Tamiahua a todo lo largo del estado predominan las llanuras, lomeríos y valles.

Las diferentes expresiones morfológicas de su territorio son complejas y variadas. Sierras formadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y el barro), ígneas intrusivas (formadas debajo de la superficie de la Tierra), ígneas extrusivas o volcánicas (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), la elevación más alta del país y el volcán más alto de Norteamérica está representada por el volcán Pico de Orizaba o Citlaltépetl, con 5 610 metros sobre el nivel del mar (msnm). En este rango de elevaciones las pendientes suelen ser muy pronunciadas y los terrenos están cortados por valles en forma de V.

Las zonas intermedias se encuentran entre los 3,000 y 1000 msnm; están conformadas por mesetas, lomas redondeadas y algunas elevaciones aisladas. Aquí los ríos han formado profundas barrancas que cortan gruesas secuencias de sedimentos y depósitos volcánicos. Las tierras bajas se encuentran por debajo de los 1000 msnm, se distinguen por tener lomeríos suaves, extensas planicies y ríos caudalosos que presentan patrones meándricos antes de su desembocadura al océano, en este contexto la elevación con menor altitud se encuentra en la sierra La Garganta con 860 msnm.

Veracruz es un estado rico en manifestaciones y recursos naturales, se calcula que una tercera parte del agua del país escurre por sus cuencas; además, posee importantes yacimientos de petróleo y minerales no metálicos; entre estos últimos destacan los de caolín en la zona norte, los de azufre y arenas sílica en el sur y los pétreos en la región central (Coremi, 1994).

Por lo que respecta al clima, un porcentaje considerable del territorio está expuesto a precipitaciones pluviales muy intensas, generalmente asociadas con tormentas tropicales y huracanes. Ello aunado a su accidentada morfología y a los factores de origen antrópico – tales como deforestación, cortes en taludes inestables o asentamientos de poblaciones en sitios no aptos para este fin- hacen que una buena parte del estado presente una gran vulnerabilidad ante ciertos fenómenos de origen natural, como por ejemplo los deslizamientos de tierra, en toda su gama de manifestaciones. Además, dentro del territorio veracruzano existen dos volcanes activos, el Pico de Orizaba y el San Martín Tuxtla; adicionalmente, las regiones centro y sur presentan una actividad sísmica importante. En este

sentido, y por lo anteriormente expuesto, el conocimiento geológico del estado resulta de trascendental importancia, ya sea para el aprovechamiento y cuidado de sus recursos, como para la prevención y mitigación de los peligros naturales.

Diversos autores han descrito diferentes puntos de vista los aspectos de la geológica del estado de Veracruz, en lo particular, y de la región oriental de México, en general, con el objetivo de darle un significado al entendimiento de la historia geológica de Veracruz y siguiendo una secuencia cronológica de lo más antiguo a lo más reciente, los principales eventos geológicos que dieron origen a lo que actualmente es el estado de Veracruz, sus principales formaciones litológicas, sus estructuras y las provincias geológicas que lo conforman, así como la geología regional.

El sitio del proyecto se ubica en la Provincia Geológica Número 18 denominado Macizo Ígneo de Palma Sola, con presencia de rocas del Triásico como las del Jurásico, que afloran en las regiones de Altotonga, en una estructura geológica de dimensiones regionales conocida como Anticlinorio de Huayacocotla (Carrillo Bravo, 1965; López Ramos, 1989).

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 Veracruz.

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).

Durante el Triásico comienza a imperar un ambiente de distensión provocado por la apertura del Golfo de México, como consecuencia del inicio de la separación de Pangea

(Sedlock, et al., 1993). Esta etapa inicia con la formación de un rift continental en la parte sur de la placa norteamericana, que culminó con la separación de las placas africana y sudamericana, dando lugar al nacimiento del océano Atlántico.

Durante el Jurásico medio comenzó una transgresión proveniente del este, del llamado mar de Tethys. Las depresiones que se formaron durante la apertura del Golfo de México permitieron esta incursión marina con el sucesivo depósito de potentes secuencias evaporíticas en los bordes. Mientras que los altos topográficos (pilares) fueron las fuentes de aporte de material sedimentario. Para este momento, el ambiente continental que prevaleció de otras épocas comenzaba a ser un ambiente marino.

A medida que avanzó la transgresión, las aguas oceánicas inundaron las islas remanentes, formando zonas de profundidades someras, lo cual facilitó el desarrollo de plataformas marinas que en la actualidad constituyen grandes volúmenes de rocas almacenadoras de hidrocarburos. En términos geológicos, estas estructuras se conocen como las plataformas de Tuxpan, Córdoba, Tampico-Misantla y San Luis-Valles (Ortuño-Arzate et al., 2003; Carrillo-Bravo, 1971).

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 4.10, 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 sur de la Faja Volcánica Transmexicana, teniendo la caldera más cercana el de Los Humeros (F). 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 del estado de Veracruz.

Paleozoico.

Las rocas más antiguas que se encuentran en el estado de Veracruz afloran en la región de Huayacocotla, al noroeste del estado. Allí es posible observar una secuencia de lutitas de color negro, en alternancia con capas de areniscas de grano medio y grueso a conglomerático, cementada por sílice y carbonato que contiene fusulinidos y fragmentos de crinoides. Dicha secuencia fue definida con el nombre de Formación Guacamaya por Carrillo Bravo (1965). Otros afloramientos de rocas del Paleozoico Superior se encuentran en los alrededores de Altotonga, en la región central, los cuales consisten de una secuencia de filitas y esquistos de biotita. Al sur del estado, en los límites con Oaxaca y Chiapas, afloran rocas intrusivas de composición granítica que pertenecen al Complejo Batolítico de Chiapas, a las cuales se les ha asignado una edad paleozoica correspondiente al Pérmico Tardío (Coremi, 1994).

Las rocas paleozoicas constituyen el basamento de la potente secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que se formaron durante el Mesozoico y Cenozoico.

Mesozoico.

Las rocas del Mesozoico se encuentran regularmente distribuidas a lo largo y ancho del estado de Veracruz y sobreyacen discordantemente a las rocas del Paleozoico. Las más antiguas pertenecen al Triásico y están representadas por una secuencia de origen continental formada por areniscas, limolitas, conglomerados cuarcíticos de color gris, lutitas y lodolitas de colores rojo y café, conocida como los lechos rojos de la Formación Huizachal (Imlay et al., 1948). La erosión en estas rocas sedimentarias ha producido una morfología de montañas escarpadas cortadas por barrancas profundas.

Durante el inicio del Jurásico ocurrió un avance de las aguas marinas que dio lugar a la sedimentación de una secuencia arcillo-arenosa conocida como Formación Huayacocotla (Carrillo-Bravo, 1965), la cual está constituida por una alternancia de lutitas negras y limolitas con intercalaciones de arenisca y conglomerado. Esta secuencia contiene abundantes fósiles de plantas y carbón hacia la cima, y en la parte media presencia de amonitas. Durante el Jurásico Medio se depositaron capas gruesas y bancos de areniscas con alto contenido de cuarzo de color gris claro, bancos gruesos de conglomerados con fragmentos de rocas ígneas cementados en una matriz areno-arcillosa. Carrillo-Bravo (1965) definió formalmente estos depósitos siliciclásticos como Formación Cahuwasas.

En el Jurásico Superior, las formaciones Tamán y Pimienta (Heim, 1926) representan el evento transgresivo de este periodo. La primera está constituida por calizas negras microcristalinas que alteran con capas de lutita gris. La segunda por calizas micríticas arcillosas de colores negro y blanco con presencia de lentes de pedernal negro y capas delgadas de bentonita (Cantú Chapa, 1984).

Tanto las rocas del Triásico como las del Jurásico, afloran en las regiones de Huayacocotla, Tlapacoyan, Altotonga y Misantla, en una estructura geológica de dimensiones regionales conocida como Anticlinorio de Huayacocotla (Carrillo Bravo, 1965; López Ramos, 1989). Mientras que al sur del estado, en los límites con Oaxaca, el Jurásico

Superior está representado por la Formación Todos Santos, constituida por una secuencia de sedimentos terrígenos de conglomerado, arenisca y limolita de color rojo.

La secuencia de rocas mesozoicas continúa durante el Cretácico Inferior. Este periodo está caracterizado por calizas masivas de color claro con microfósiles y nódulos de pedernal.

Las principales formaciones que agrupan a esta secuencia calcárea son la Tamaulipas Superior e Inferior y la Chinameca. El Cretácico Medio queda representada por las formaciones El Abra (Kellum, 1930), Orizaba (Böse, 1899), Cuesta del Cura y Capolucan (Mena, 1962). Estas unidades litoestratigráficas constan de estratos de calizas de color blanco a gris claro, de ambientes de plataformas y arrecifal. Las primeras consisten de lodos calcáreos en estratos de 20 cm a 1 m de espesor, las segundas están formadas por corales, rudistas, gasterópodos y esponjas en estratos de espesores de 2 a 4 m. El Cretácico Superior incluye las formaciones Méndez, San Felipe, Agua Nueva, Maltrata y Gusmantla. La composición litológica de estas unidades es de calizas arcillosas color gris claro, con intercalaciones de lutitas y capas de bentonita de color verde, así como de calizas arrecifales en las que destaca la presencia de corales, algas y agrupamientos lenticulares de rudistas. Las rocas del Cretácico cubren extensas áreas en las regiones de Córdoba, Orizaba y Zongolica, mientras que al norte y sur del estado sus afloramientos son pequeños. Asimismo en los alrededores de Xalapa se observan algunas sierras conformadas por estas rocas (Chavarrillo, Jalcomulco y Jilotepec).

Ortega Gutiérrez et al., (1992) define como provincia geológica del Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas a las rocas del Mesozoico que conforman la Sierra Madre Oriental.

Cenozoico.

Durante el Terciario se depositan sedimentos derivados de la erosión de las rocas carbonatadas del Mesozoico. Estos sedimentos fueron depositados en las llamadas cuencas terciarias de Veracruz, donde se acumularon espesores de más de 3,000 m de sedimentos terrígenos, con un predominio de areniscas de granito fino a medio con intercalaciones de lutitas, cuerpos aislados de conglomerados y estratos carbonatados.

Las principales unidades litoestratigráficas que comprenden este periodo son las formaciones Velasco, Chicontepec, Guayabal, Tantoyuca, Horcones, Chapopote, La Laja, Depósito, Encanto, Concepción y Paraje Solo. Los sedimentos terrígenos de estas unidades cubren una franja de norte a sur y forman lo que actualmente se conoce como la Planicie Costera del Golfo, la cual tiene una expresión morfológica de lomeríos suaves y amplias llanuras, sobre las cuales escurren los grandes ríos que desembocan al Golfo de México. Ortega-Gutiérrez et al. (1992) agruparon a estas formaciones en la provincia geológica de la Cuenca Deltáica de Veracruz.

Las primeras manifestaciones de la actividad magmática y volcánica dentro de lo que ahora es el estado de Veracruz se registraron durante el Terciario Superior. Al norte, en la región de Cerro Azul, se observan cuerpos aislados de intrusivos de gabro y monzonita en forma de troncos y chimeneas volcánicas, los cuales cortan a las secuencias de lutitas y areniscas del Terciario Medio e Inferior. Las rocas extrusivas son basalto de composición alcalina, las cuales se observan al NW de Cerro Azul, en donde su expresión morfológica más evidente es la Sierra de Tantima. Al poniente de Poza Riza conforman importantes derrames de lava que cubren discordantemente a los depósitos sedimentarios del Terciario Inferior. Estudios realizados por Ferrari et al. (2005) reportan edades que fluctúan entre los 9 y 6.6 Ma para la Sierra de Tantima-Cerro Azul, y de 1.3 a 1.6 Ma para la zona de Poza Riza. Con anterioridad, Cantagrel y Robin (1979) habían determinado un rango de edades entre 5 y 2 Ma para estas rocas.

En la región comprendida entre Chiconquiaco, Juchique, Alto Lucero y Palma Sola, las rocas ígneas y volcánicas están constituidas por intrusivos y derrames de lava cuyas edades, de acuerdo con López-Infanzón (1991) y Ferrari et al. (2005), varían entre 2 y 14 Ma. En su conjunto, estas rocas conforman dos rasgos fisiográficos conocidos como la sierra de Chiconquiaco y el macizo volcánico de Palma Sola. En este último destacan dos conos de escoria de edad Cuaternaria muy bien preservados conocidos como los Atlixcos, ubicados al NW de la población de Palma Sola. Los derrames de lava de composición basáltica llegan a la costa y su presencia es una clara muestra de la actividad volcánica reciente en esta zona. Otras de las regiones volcánicas costeras es la conocida como Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVLT), ubicada al sur del estado en los alrededores de la ciudad de Catemaco.

De acuerdo a Nelson y González-Caver (1992), la actividad volcánica en el CVLT comenzó hace aproximadamente 7 Ma y ha continuado hasta tiempo reciente a través del volcán San Martín Tuxtla, con las erupciones históricas ocurridas en los años de 1664 y 1793.

El CVLT está constituido por una cantidad estimada entre 200 y 300 conos de escoria, los cuales han producido lavas y productos piroclásticos de composición fundamentalmente basáltica. En la porción sur del CVLT se encuentran otros edificios volcánicos más antiguos, como los volcanes San Martín Pajapan, Santa Marta y Yohualtajapan, los cuales en su conjunto forman la llamada sierra de Santa Marta. La mayoría de los conos de escoria y estratovolcanes que conforman el CVLT se encuentran alineados en dirección NW-SE.

Además de la región de Los Tuxtlas, la actividad volcánica más reciente dentro del estado de Veracruz se concentra principalmente en la región central, entre las ciudades de Xalapa y Orizaba. Este vulcanismo está relacionado con la formación de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), que es una provincia geológica (Ortega et al., 1992) formada por aparatos volcánicos mayores, como calderas y estratovolcanes, así como una gran cantidad de conos de escoria. La FVTM atraviesa al país de oeste a este por su parte central y es la expresión continental resultante de la subducción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera bajo la placa continental de Norte América.

Para su estudio, la FVTM ha sido dividida en tres sectores: occidental, central y oriental, los cuales presentan características particulares que los distinguen entre sí (Ferrari, 2000). El sector oriental de la FVTM barca una porción considerable de la región central de los estados de Puebla y Veracruz, entre las ciudades de Perote, Xalapa y Coscomatepec. Uno de sus rasgos más distintivos es la cordillera formada por los volcanes Cofre de Perote-La Gloria-Las Cumbres-Pico de Orizaba, la cual tiene una orientación de NE-SW y contiene a las elevaciones más importantes del estado. Esta cordillera constituye el parteaguas entre la región del Altiplano Mexicano, al poniente, y la Planicie Costera del Golfo, al oriente.

Geología del municipio de Altotonga.

El municipio de Altotonga se encuentra ubicado en la zona central y montañosa del Estado, siendo su topografía bastante accidentada, destacando los cerros de Malacatepec, San

Pedro, Muertos y el Brujo, y presentando en los alrededores afloramientos de rocas del Paleozoico Superior, en la región central, los cuales consisten de una secuencia de filitas y esquistos de biotita. Tanto las rocas del Triásico como las del Jurásico, afloran en las regiones de Huayacocotla, Tlapacoyan, Altotonga y Misantla, en una estructura geológica de dimensiones regionales conocida como Anticlinorio de Huayacocotla (Carrillo Bravo, 1965; López Ramos, 1989).

En este contexto, y de acuerdo a la carta geológica “Altotonga E14-B16” del Servicio Geológico Mexicano se señala lo siguiente: la carta Altotonga se localiza en la porción central del estado de Veracruz. Está comprendida entre las coordenadas geográficas 19°45’ a 20°00’ de latitud norte y 97°00’ a 97°20’ de longitud oeste, con una superficie de 986 km². Cuenta con buenas vías de acceso como son las carreteras federales número 129, 131 y 203, así como caminos de terracería.

Se ubica en la provincia fisiográfica de la Meseta Neovolcania. En la clasificación de los Terrenos Tectono-Estratigráfico, en el Terreno Maya, considerado por varios autores de edad Pérmico-Triásico, conformado por un extenso complejo metamórfico plutónico, y una secuencia siliciclástica tipo flysch.

Las rocas más antiguas corresponden al Esquisto Chililis (Pp(?)E-MLa), expuesto irregularmente en el sector centro-sur, y con reducidos afloramientos hacia el sur-este de la carta. Su litología es variada, incluye esquisto, metalava y metatoba, y ocasionalmente filita y meta-andesito. Las dataciones ubican a esta secuencia metamórfica en el Pérmico. La secuencia está cubierta discordantemente por rocas Jurásicas, y afectada por un intrusivo granítico-granodiorítico (PpTRGr-Gd) que está expuesto en la porción sur de la carta, a su vez, el granito está cubierta en forma discordante por rocas Jurásicas y riolíticas del Pleistoceno. Existen dataciones del intrusivo que lo colocan en el Pérmico, pero como también afecta a rocas triásicas, se le asignó edad permo-triásica. Las rocas del basamento están cubiertas por rocas mesozoicas que se depositaron en la cuenta de la Sierra Madre Oriental, en cuya base aflora la Formación Cahuasas (JbjbLm-Cgp), distribuida irregularmente en franjas alargadas con rumbo NW-SE, en los sectores sur-oriental, central y occidental de la carta. Constituye una secuencia continental que de la base a la cima presenta la siguiente litología: conglomerado polimítico, limolita, arenisca y lutita.

La edad de la formación Cahuasas es Bajociano-Bathoniano. Entre esta unidad y la Formación Tepexic (JcCz-Lu), existe un hiatus marcados por el contacto discordante entre ambas formaciones. La Formación Tepexic (JcCz-Lu), está compuesta por sedimentos calcáreo-arcillosos. Aflora en forma restringida en la porción oriental de la carta, por las relaciones estratigráficas que presenta se interpreta con acñamientos laterales. Está cubierta discordantemente por las formaciones San Pedro y Tamaulipas Inferior. Su edad es Calloviano.

Durante el Jurásico-Kimmeridgiano se depositó la Formación San Pedro (JkCz), conformada por potentes estratos de caliza, en los cuales es común observar líneas estilolíticas y nódulos de pedernal negro, con algunas inter-estratificaciones de lutita. Aflora en forma de franjas irregulares con dirección NW-SE en las porciones centro-oriental, centro, nor-oeste y sur-oeste de la carta. Sus relaciones son concordantes y transicionales a la cima con la Formación Pimienta (JtCz-Lu), sin embargo, en partes está cubierta en forma discordante por las unidades del Cretácico, o ígneas del Terciario y Cuaternario. Su relación discordante con las rocas cretácicas, al parecer está dada por un depósito restringido y acñamientos de la Formación Pimienta (JtCz-Lu) está formada por caliza biogénica, lutita y calcarenita. Contiene esporádicas concentraciones de chapopote (gilsonita), e impresiones de amonitas hasta de 30 cm de diámetro, así como bandas de pedernal negro y nódulos de óxido de hierro, sus afloramientos se ubican en la parte centro-norte de la carta. Le sobreyace concordantemente la Formación Tamaulipas Inferior, y de manera abrupta, la Méndez y los depósitos clásticos de la Formación Chicontepec y las tobas e ignimbritas del Pleistoceno. En el Cretácico Inferior se depositó la Formación Tamaulipas Inferior (KbeaCz-Lu); sus mejores afloramientos se localizan hacia la esquina nor-este, en donde al igual que la Formación Méndez, sus exposiciones son irregulares aunque alineadas en dirección NW-SE. Litológicamente está constituida por caliza en capas de medianas a gruesas, con líneas estilolíticas e intercalaciones de lutita. Sus contactos se consideran mayormente discordante o abruptos con secuencias Jurásicas y del Cretácico Superior. Su edad es Berriasiano-Aptiano. La parte Superior del Cretácico está representada por una secuencia de margas con intercalaciones de lutita-calcárea y escasas capas muy delgadas de caliza, que corresponde a la Formación Méndez (KcmMg-Lu) del Campaniano-Maastrichtiano.

Las unidades pre-terciarias fueron intrusionadas por cuerpos de granito-grandiorita (TmGr-Gd), así como pórfidos dacíticos (TmPDa) y andesíticos (TmPA), estos últimos ocasionalmente como diques angostos. Los afloramientos de rocas cristalinas se reconocen en las porciones sur-este, sur, central, y oriente de la carta. Hacia el Cenozoico ocurren depósitos clásticos y calcáreos (arenisca y lutita, con niveles de caliza) de la Formación Chicontepec (TpaeAr-Lu) que se asocian a la cobertura regresiva de la cuenca Tampico-Misantla. Su edad es Paleoceno-Eoceno.

En el campo volcánico Palma Sola que ocupa parte de la Provincia Alcalina Oriental, tuvieron lugar emisiones de andesita –basáltica y flujos piroclásticos densamente soldados que empaquetan y consolidan a una gran diversidad de fragmentos basálticos y andesíticos (TmA-BvA). La unidad forma parte del vulcanismo en el Cinturón Volcánico Transmexicano. Sus afloramientos ocupan la esquina nor-este de la carta, y son de edad Mioceno. Durante el Pleistoceno la actividad volcánica persiste y los productos son andesita, toba andesítica y escasa brecha andesítica que conforman a la Andesita Teziutlán (TplA-TA) cuyos afloramientos son irregulares y se ubican en el sector nor occidental y límite sur de la carta.

También en el Pleistoceno, se forma el Campo Volcánico los Humeros, constituido por emisiones de ignimbrita y toba riolítica agrupadas bajo el nombre de Ignimbrita Xaltipán (QptIg-TR), le sigue un depósito de pumicita (QptPu) con intercalaciones de toba riolítica y basalto (QptB), unidades que constituyen el último evento en este campo. Las últimas emisiones volcánicas ocurren en el Holoceno y están constituidas por escoria basáltica (QhoPc).

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 Veracruz, 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 Veracruz 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.

A continuación se describen de manera breve los tipos de suelos presentes en el sitio del proyecto, siendo estos los Luvisoles y Feozems, de acuerdo a la FAO se identifican los Luvisoles y los Feozem como:

Luvisoles.

El término Luvisol deriva del vocablo latino luere que significa “lavar”, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los Luvisoles son el 7.27 % de los suelos del estado de Veracruz, y se forman en sierras, lomeríos y llanuras a partir de lutitas, calizas areniscas y rocas ígneas básicas.

En ellos el horizonte A ócrico es de color pardo rojizo o gris oscuro, muy delgado y con alto contenido de materia orgánica, aportada por las selvas medianas y altas. Su textura varía de migajón arenoso a arcillosa y el pH, de moderadamente ácido a ligeramente alcalino. Sus partículas forman una estructura de bloques subangulares de tamaño fino a grueso. El horizonte B argílico tiene textura arcillosa, color pardo rojizo y pH medianamente ácido. Su capacidad para retener nutrientes y cederlos a las plantas es moderada, la saturación con calcio y magnesio que presentan va de media a alta, el potasio se encuentra en cantidades bajas. Están dedicados a la agricultura de temporal en Misantla y Huatusco, y al cultivo de pastos en el área de Acayucan. En general son profundos pero también susceptibles a la erosión. Los Luvisoles se extienden en unas 500–600 millones ha a nivel mundial, principalmente en regiones templadas como el este y centro de la Federación Rusa, Estados Unidos de Norteamérica, y Europa Central, pero también en la región Mediterránea y sur de Australia. En regiones subtropicales y tropicales, los Luvisoles ocurren principalmente sobre superficies jóvenes.

Phaeozems (Feozem)

El termino Feozem deriva del vocablo griego phaios, que significa “oscuro”, y del ruso zemlja, que significa “tierra”, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido de materia orgánica. Es el segundo tipo de suelo en extensión para el estado de Veracruz, ocupando el 14.04 % de su superficie. Estos suelos son en su mayoría jóvenes, como los háplicos y calcáricos y tienen un horizonte A mólico, un B cámbico y un C subyacente, en menor proporción son maduros. Feozems lúvicos con presencia de un horizonte B argílico se encuentran situados entre los ríos Atoyac y Blanco.

Su capa superficial tiene un espesor de 30 a 35 cm, es de color pardo grisáceo o gris oscuro, con abundante materia orgánica y nutrientes, su pH es de ligeramente alcalino a ligeramente ácido, con textura de migajón arenoso y arcilloso en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño variable.

Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas. Por su buena fertilidad, los suelos de este tipo se dedican al cultivo de temporal y riego en los alrededores de Álamo, Tuxpan, Río Blanco, Papantla de Olarte, El Tamarindo, Santiago Tuxtla y otros.

d) Hidrología superficial y subterránea.

Hidrología superficial.

El área de estudio se encuentra incluida completamente dentro de la Región Hidrológica No. 27, denominada “Tuxpan-Nautla”, específicamente comprende parte de la cuenca del Río Nautla (RH27A) y la subcuenca i del Río Bobos.

La presente sección es una incorporación del estudio hidrológico realizado para la microcuenta en la que se ubicará el proyecto, en el municipio de Altotonga, Veracruz.

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.

Cuenca del Río Nautla.

La cuenca del río Nautla se encuentra situada geográficamente entre los 19°29' y 20°15' latitud norte, y entre 96°46' y 97°27' longitud oeste (CONAGUA, 2005). Tiene un área aproximada de 2 376 km², la cual está distribuida en una pequeña porción en el estado de Puebla y la mayor parte en el estado de Veracruz (C.F.E., 1977).

El río Nautla nace en la Sierra Madre Oriental, en el Cofre de Perote, a una altitud de 4 150 m. Al inicio se le conoce con el nombre de arroyo Borregos cuyo curso sigue un rumbo hacia el norte a través de una topografía accidentada; aguas abajo recibe por su margen derecha la aportación del arroyo Las Ánimas. A 2.5 km aguas debajo de la confluencia del arroyo Las Ánimas afluye por la margen derecha el río Puerco; a 3 km aguas abajo de esta confluencia se le une por la margen derecha el arroyo El Suspiro, que es una corriente de importancia. Este arroyo tiene su origen en las inmediaciones del Cofre de Perote; sigue su curso hacia el norte y cambia hacia el noreste en la zona del sistema hidroeléctrico Las Minas. A 3 km aguas abajo recibe por la margen derecha la aportación del arroyo Tenexpanoya, su rumbo cambia hacia el noreste hasta su afluencia con el río Trinidad.

En la confluencia del arroyo Borregos y el arroyo El Suspiro se localiza la planta hidroeléctrica Las Minas. A esta planta le llegan las aguas que son capturadas por pequeñas presas derivadoras situadas en los arroyos Tenexpanoya, el Sauce, El Suspiro, Las Ánimas, Borregos y el río Puerco, interconectados por un canal. Después de esta confluencia el colector recibe el nombre de río Trinidad; fluye hacia el noreste en áreas de topografía abrupta y pendientes pronunciadas que muestran taludes escarpados; cambia el rumbo de su cauce hacia el noroeste y recibe algunas aportaciones menores por ambos márgenes.

A partir de este tramo la corriente principal toma el nombre de río Bobos, recibiendo por su margen derecha aportaciones de los arroyos Xoxotla y Tepanapa. A 6 km al noreste de Tlapacoyan, Ver., le fluye al río Bobos, y por su margen izquierda el río Tomata. Este río sigue una dirección noreste a través de una penillanura hasta su desembocadura en el Golfo de México. En este tramo afluyen al río Bobos por su margen derecha los ríos San Pedro y Quilate.

Uno de los principales afluentes del río Bobos, por la margen izquierda, es el río María de la Torre que nace en el estado de Puebla, en el poblado de San Sebastián, a 1 750 m de altitud con el nombre de río Xoloco. A partir de la confluencia del arroyo Colorado y el río Chapalapa con el río Bobos éste cambia su nombre por el de río Nautla, el que discurre a través de una zona de meandros, pasa cerca del poblado de Nautla y se desvía hacia el norte desembocando finalmente al Golfo de México formando la Barra de Nautla, cerca de la que recibe por la margen izquierda la aportación del estero Tres Encinos que en su origen se le conoce como arroyo del Potrero.

Entre los límites de la cuenca de los ríos Nautla y Actopan se sitúan pequeños ríos que desembocan directamente al Golfo de México, entre los que destacan los ríos Misantla, Colipa, Juchique, Santa Bárbara, Santa Ana, Platanar y Barranca de Hernández, así como las lagunas del Camarón y de San Agustín.

Aprovechamientos hidráulicos.

En esta cuenca los escurrimientos son aprovechados por la Comisión Federal de Electricidad para generar energía eléctrica a través de las siguientes plantas hidroeléctricas.

- a) Las Minas, localizada junto al pueblo del mismo nombre, aprovecha las aguas de los arroyos que forman los ríos Trinidad y Minas, tiene una capacidad de 14 400 kw;
- b) El Encanto, localizada a un kilómetro aguas arriba de la confluencia de los ríos Bobo y Tomata, aprovecha las aguas de este último, tiene una capacidad de 10 000 kw, y
- c) Altotonga, localizada en el pueblo de Altotonga, utiliza las aguas del río que lleva el mismo nombre, la energía se utiliza para abastecer parcialmente a la población del

mismo nombre, su capacidad instalada es de 3 000 kw. En la zona intermedia de la cuenca, donde la pendiente de los cauces disminuye y se amplían éstos, es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía hidroeléctrica o para otros usos.

Subcuenca i del Río Bobos.

Su recorrido se encuentra al sur del río Tecolutla y su desembocadura en las cercanías de la población de Nautla al sureste de Tecolutla, Ver. Nace como el río Las Minas recibe aportaciones de diversas corrientes, tanto perennes como intermitentes teniendo su origen al recibir las afluentes de los ríos Frío y Trinidad. El río Frío recibe los afluentes del río Tenepanoya, después recibe las descargas del río Las Hayas, el río Tenepanoya recibe los afluentes del río Sauce. El río Trinidad se forma al recibir las corrientes del río Valsequillo y río Puerco el cual recibe las corrientes del río Tenenoncoal y Churrero que recibe las corrientes del Arroyo Jorge; el río las Minas, al unirse con el río Migueta recibe el nombre de río Bobos, los afluentes principales del río Bobos son las descargas de la población de Santa Rita, los ríos Las Minas, De Limontita, Ixtoteno, Apaxteno y Las Truchas.

El río De Limontita recibe los afluentes de los ríos Barranca Juan Marcos y El Rincón. El río Las Truchas recibe los afluentes del río Misantla; enseguida recibe la corriente del río Tezcalapa aguas abajo recibe las descargas del pueblo de El Rincón. El río Misantla recibe la corriente del río Quemado, luego recibe los afluentes del Cerro Magdalena.

Aproximadamente a 5 km al noreste de la ciudad de Tlapacoyan, el río Bobos recibe por margen izquierda al río Tomata. Esta corriente nace como la unión de tres ríos: Cozalateno, Matequila y Tatahuicapa que dan origen al río Alseseca, aguas abajo cambia de nombre a Tomata, que recibe aguas abajo a los ríos Jalacingo e Itzapa.

Aguas abajo de recibir al río Tomata, el Bobos-Nautla pasa por la población de Martínez de la Torre y recibe por margen derecha al río Quilate, que a su vez tiene como afluente el río Marta Ruiz y éste al Pedernales. A 4 km aguas abajo aproximadamente el río recibe al río María de la Torre, uno de sus principales afluentes, el cual drena la parte poniente de la cuenca y cuenta con el río Cañas (Consoquico) como uno de sus principales tributarios.

Aguas abajo del poblado El Pital, el río Bobos-Nautla recibe por margen derecha al río Chapachapa, pasa en las inmediaciones de San Rafael y Nautla, para desembocar en el Golfo de México en la Barra de Nautla.

Aire.

Para el SA, 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 generara emisiones que alteren la calidad del aire en el sistema ambiental donde pretende establecerse el proyecto.

Es importante señalar que el tipo de proyecto 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 Aspectos bióticos.

a) Vegetación terrestre.

La Cuenca del Río Bobos, cuenta con una superficie de 3,404.90 km², ubicada en el centro de la Entidad. 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 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 Estado de Veracruz y el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Bobos, identificándose claramente cinco tipos de vegetación: Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino-encino, Vegetación Riparia, Pastizal inducido y Agricultura de Temporal.

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 ganadería y también enfrentan serias presiones por la creciente expansión urbana y de caminos en el área de influencia del BMM, así como por la tala ilegal. La cafecultura tecnificada representa una mayor amenaza que en las otras subregiones. En términos de las amenazas a la calidad destaca la sobreexplotación de leña (Haeckel 2006) y otros PFNM como las epífitas (Flores-Palacios y Valencia-Díaz 2007), y la tala selectiva ilegal, que es una práctica 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 hábito (Kress, 1986 en Ceja-Romero, 2010).

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 ciclaje 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.

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).

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 alledañas 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).

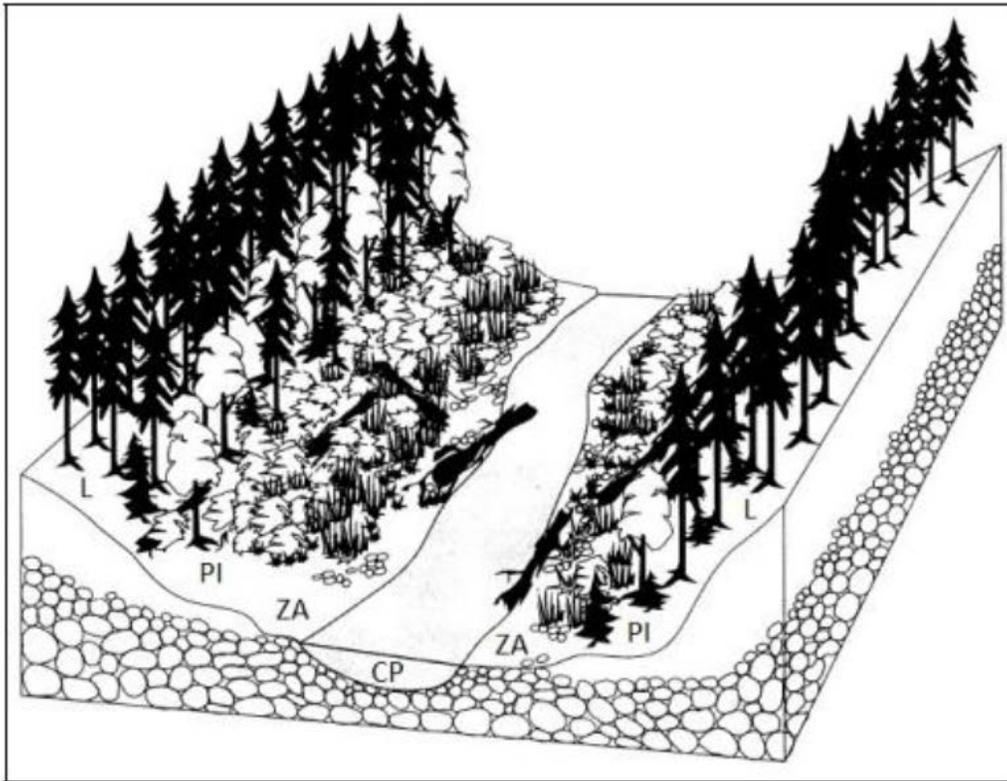
La Vegetación hidrófila está constituida por comunidades de plantas estrechamente relacionadas con el medio acuático o a suelos permanentemente saturados de agua. En general se presentan en casi todos los tipos de climas, desde muy húmedos a climas más secos, desde el nivel del mar hasta más de 4,000 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* (Mimbre) 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 hábitat 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 funciona 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:



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 riqueza florística como reflejo de la diversidad ecológica, es un parámetro que resulta de gran utilidad para caracterizar a una comunidad vegetal. En el caso particular del área de estudio, la vegetación medida en número de especies puede considerarse media ya que, en la revisión y colecta de campo se obtuvieron Se determinaron 27 familias, 38 géneros y especies de las cuales; 23 son de la forma arbórea, 3 arbustivas, 10 herbáceas y 2 epifitas.

- Estructura de la vegetación y especies dominantes

Debido a que la composición florística varía en algunos tramos, por las condiciones ambientales como el clima, la precipitación, alteraciones por el uso de suelo y los tipos de suelos que conforman la zona, se tomaron muestras botánicas para determinar las especies que componen la diversidad vegetal.

- Muestreo de la vegetación.

Durante los recorridos de reconocimiento del área de estudio se identificaron condiciones diferentes, que se refiere a los tipos de vegetación descritos en la sección correspondiente, En este sentido, los estratos que se definieron corresponden respectivamente a las comunidades vegetales presentes. En cada uno de estos estratos se ubicó de manera aleatoria la cantidad de unidades muestrales que resultó de calcular el tamaño óptimo de muestra, mediante el procedimiento descrito en Scheaffer et al.

La proporción de unidades muestrales (número de repeticiones) correspondiente a cada estrato se hizo con base en la variabilidad de las observaciones dentro de cada estrato y el tiempo. El valor de importancia de cada especie representa su papel preponderante en la comunidad. Lo que significa que si se remueven las especies con valores de importancia más altos en la comunidad, esta se desestabilizará rápidamente y presentará serios problemas para su recuperación. De lo anterior, estas se consideran como especies claves para la conservación o el manejo de los ecosistemas en los diversos estudios ecológicos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los muestreos de la zona de estudio. En estos se describe y evalúa la vegetación en las áreas que serán mayormente alteradas por el proyecto.

- **Análisis y evaluación de la vegetación por sitios.**

Utilizando el análisis de valores de importancia de las comunidades vegetales se llevó a cabo una evaluación de acuerdo a las diversas áreas en la zona de estudio. Estas se dividieron en a) Zona de la Cortina, b) Zona del embalse, c) Aguas abajo de la Cortina, y d) Zonas de construcción (canal de conducción, Tanque de Carga y Casa de Máquinas).

- a) **Zona de la Cortina:** en el área donde se tiene proyectada la construcción de la cortina se registra una vegetación que representa una fase transicional entre el bosque ripario, agrícola y muy mínima del bosque mesófilo de montaña.
- b) **Zona del embalse:** Esta zona se encuentran áreas de afluentes donde desembocan algunos arroyos. Es la zona que se muestreó con mayor amplitud en el estudio y se observan las siguientes zonas de transición: terrenos agrícolas, cafetales y bosque mesófilo de montaña y algunos remanentes de vegetación subtropical, especies encontradas en esta zona son *Platanus mexicana*, *Cecropia obtusifolia*, entre otras.
- c) **Aguas abajo de la Cortina:** la presencia de *Salix* sp. *Platanus* sp y *Ficus* sp, indican que estos árboles contribuyen a la estabilidad de un cauce sumamente dinámico. En forma complementaria, otras especies con valores altos de importancia como *Acacia* sp y *Guazuma ulmifolia* son indicadoras de alteraciones, que en este caso parecen ser naturales. En partes aledañas, la vegetación parece estar mayormente influenciada por la vegetación riparia en transición hacia el bosque mesófilo de montaña a medida que se va abriendo el cauce del río.
- d) **Zonas de construcción (CC, TC, CM):** En esta área se encuentra zonas de cultivo de caña, maíz, huertos con árboles frutales de limón, vegetación de galería, matorrales y remanentes de selva con un alto grado de perturbación por lo que mayormente ya

se encuentra muy impactado y solamente existen algunos remanentes de lo que fue la vegetación original.

- **Especies endémicas amenazadas y en peligro de extinción.**

De estas especies, ni una se encuentra considerada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre la 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.

Aunque ninguna de las especies encontradas están en norma, existe la posibilidad de que otras especies estén en alguna de las categorías reportadas principalmente las Tilladsias; Por otro lado está presente un proceso de determinación de nuevas especies, dada la complejidad estructural de los tipos de vegetación existente.

Por esta razón es necesario crear líneas de investigación más a fondo, que permitan el conocimiento de la riqueza florística del estado, así como la protección de especies amenazadas o en peligro, que pudieran encontrarse en el área de estudio.

- **Estructura de la vegetación y especies dominantes.**

Debido a que la composición florística varía en algunos tramos, por las condiciones ambientales como el clima, la precipitación, alteraciones por el uso de suelo y los tipos de suelos que conforman la zona, se tomaron muestras botánicas para determinar las especies que componen la diversidad vegetal.

Para estimar la densidad, abundancia y frecuencia de cada especie, se seleccionaron diez sitios, que fueran representativos de la vegetación del área. En estos sitios se utilizaron cuadros de 20 x 20 metros (400 m²) y se registraron las especies presentes.

- **Diversidad Ecológica.**

Los valores de diversidad ecológica de Simpson es un parámetro que resulta de gran utilidad para caracterizar a una comunidad vegetal, por tanto, puede apreciarse en la tabla del número de familias y especies se obtuvo una mayor riqueza y representación con las Fabaceas (leguminosas) y en menor proporción con 24 familias con un género y especie respectivamente con la menor riqueza, esto ocurre de acuerdo a la condición de la vegetación presente en el sitio.

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis sp</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i>
Bombacaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp</i>
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>
Cactaceae	<i>Nopalxochia phyllanthoides</i>
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>
Fabaceae	<i>Cojoba arborea</i>
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Fabaceae	<i>Inga sp</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp</i>
Fabaceae	<i>Acacia sp</i>
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum vestitum.</i>
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>
Meliaceae	<i>Guarea grandifolia</i>
Moraceae	<i>Ficus tequilensis</i>
Musaceae	<i>Musa deliciosa</i>
Orchidaceae	<i>Laelia anceps</i>
Piperaceae	<i>Piper sp</i>
Platanaceae	<i>Platanus mexicana</i>
Poaceae	<i>Ichnanthus pallens</i>
Poaceae	<i>Zea mays</i>
Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i>
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>
Rutaceae	<i>Citrus limonium</i>
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>
Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i>
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>

e) *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).

Fauna característica de la zona

La fauna silvestre en general y en particular los vertebrados terrestres anfibios, reptiles, aves y mamíferos, 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.

La fauna, al igual que la flora, está integrada principalmente por su gran biodiversidad por elementos de la confluencia de dos grandes áreas zoogeográficas la neártica y neotropical, obedeciendo a patrones de distribución determinados por el clima, fisiografía y vegetación.

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-2010 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 (anfibios, 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.

1. 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 anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

2. Muestreo de campo en el sitio del proyecto.

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:

❖ ANFIBIOS Y REPTILES

Para anfibios y reptiles 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.

❖ 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).

❖ MAMIFEROS

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.

3. Análisis de los datos y trabajo 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. A continuación se presenta un listado de las principales formas faunísticas observadas y comentadas por lugareños hacia el interior de la zona de interés.

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 realicen 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.

Cotejando la lista de fauna observada y comentada para el sitio, con la NOM-059-SEMARNAT-2001.- 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, dentro del área del proyecto y la zona de influencia NO EXISTEN especies faunísticas que estén amenazadas, que sean endémicas, raras y con protección especial.

En años anteriores, el predio se encontraba en un área con un ecosistema posiblemente no alterado, ahora en la actualidad con la presencia de áreas alteradas, la fauna silvestre pudo haber sido sometida a factores que quizás modificaron sus poblaciones y su presencia dentro de la zona (caza, destrucción de hábitat naturales por deforestación, prácticas agrícolas e introducción de cafetales).

Esto pudo haber afectado de manera diferente a las poblaciones, dependiendo de las especies presentes y su vulnerabilidad frente a cambios de esta naturaleza, por ejemplo que

hubiera desplazamiento a zonas menos alteradas provocando que hubiera menos especies terrestres en los sitios originales de distribución (mamíferos principalmente).

En conclusión, el sitio del proyecto no se encuentra en ninguna región prioritaria (RTP, RHP, ANP, AICAS) por lo que las observaciones respecto a la abundancia relativa para las especies encontradas, se asocian tanto al efecto del ecosistema alterado en años anteriores, como a las características propias de las especies que responden de forma natural a las condiciones ambientales de sequía y variación estacional, es decir, a la fenología propia de cada grupo faunístico.

De acuerdo a los recorridos realizados en el presente estudio, se observa que cualquier actividad dentro de las zonas conservadas del predio, puede modificar el paisaje alterando significativamente el entorno. Las mayores afectaciones se relacionan directamente con el tipo de actividades que se pudieran realizar dentro de las zonas conservadas. Las principales actividades que pueden alterar el equilibrio serían el ruido, el tránsito vehicular, la deforestación, caza furtiva y la mancha urbana.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TIPO DE REGISTRO
AMFIBIOS			
BUFONIDAE	Sapo	<i>Bufo sp</i>	Observado en campo
RANIDAE	Rana	<i>Rana sp</i>	Bibliográfico
REPTILES			
KINOSTERNIDAE	Tortuga de casquito	<i>Kinosternon sp</i>	Observado en campo
VIPERIDAE	Cascabel	<i>Crotalus sp</i>	Plática con lugareños
COLUBRIDAE	Culebra voladora	<i>Spilotes pullatus</i>	Bibliográfico
PRHYNOSOMATIDAE	Lagartija escamosa	<i>Sceloporus sp</i>	Observado en campo
TEIIDAE	Lagartija	<i>Cnemidophorus sp</i>	Observado en campo
AVES			

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TIPO DE REGISTRO
APODIFORMES	Colibrí o chupamirto	<i>Lampornis sp</i>	Bibliográfico
	Colibrí o chupamirto	<i>Amazilia sp</i>	Observado en campo
TROGLODYTIDAE	Carpintero	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Observado en campo
		<i>Euphonia affinis</i>	Bibliográfico
TROGONIDAE	Coa	<i>Trogon violaceus</i>	Observado en campo
EMBERIZIDAE	Tangara	<i>Piranga leucoptera</i>	Bibliográfico
CARDINALIDAE	Colorín azulnegro	<i>Cyanocompsa parcellina</i>	Observado en campo
MOMOTIDAE	Pájaro reloj	<i>Momotus momota</i>	Observado en campo
CATHARTIDAE	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	Observado en campo
ACCIPITRIDAE	Águila cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	Observado en campo
FALCONIDAE	Cara cara	<i>Polyborus plancus</i>	Observado en campo
	Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Observado en campo
COLUMBIDAE	Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	Observado en campo
	Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	Observado en campo
ICTERIDAE	Zanate o Picho	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Observado en campo
CUCULIDAE	Pijul	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Observado en campo
MAMIFEROS			
PHILLOSTOMIDAE	Murciélago	<i>Sturnira ludovici</i>	Observado en campo
		<i>Artibeus intermedius</i>	Observado en campo
		<i>Dermanura tolteca</i>	Bibliográfico
CRICETIDAE	Ratón de campo	<i>Peromyscus sp</i>	Bibliográfico
	Rata de campo	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Observado en campo
DASYPODIDAE	Armadillo o Toche	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Observado en campo
TAYASSUIDAE	Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>	Bibliográfico
PROCYONIDAE	Cacomixtle	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Bibliográfico
PROCYONIDAE	Mapache	<i>Procyon lotor</i>	Huellas
CANIDAE	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Plática con lugares efios
SCIURIDAE	Ardilla	<i>Sciurus aureogaster</i>	Observado en campo
DIDELPHIDAE	Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	Atropellado
LEPORIDAE	Conejo	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Observado en campo
CERVIDAE	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	Plática con lugares efios

IV.2.3 Paisaje.

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto *paisaje* como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

La descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para medirlo, puesto que en todos los métodos propuestos en la bibliografía hay, en cierto modo, un componente subjetivo. Es por ello que existen metodologías variadas, pero casi todas

coinciden en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

- La **visibilidad** se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
- La **calidad paisajística** incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.
- La **fragilidad del paisaje** es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

El inventario del paisaje se complementa con la inclusión de las singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial. Por último se suelen incluir en el inventario del paisaje los elementos que contienen recursos de carácter científico, cultural e histórico.

Los componentes del paisaje pueden sintetizarse posteriormente en un plano único basado en criterios jerárquicos aglutinadores.

❖ *Visibilidad del Paisaje.*

La *visibilidad* se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Para ello se utilizó en Modelo Digital de Elevación (DEM) generado a partir del archivo del CEM v3.0 de INEGI a una resolución de 15 m. Utilizando la herramienta Viewshed de Analyst 3D en ArcGIS Desktop 10 se calculó la cuenca visual desde la cual se puede observar el proyecto. El análisis determinó que la visibilidad de la ejecución del proyecto es casi nula, debido a las condiciones topográficas del terreno.

❖ *Calidad Paisajística.*

Se entiende por calidad de un paisaje, el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserven. El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje. En la aplicación del modelo de calidad (Fig. IV.1), se emplearon variables que se consideraron definen la calidad del paisaje, entre ellas la fisiografía, vegetación y usos del suelo, presencia de agua y grado de humanización (Montoya *et al.*, 2003).

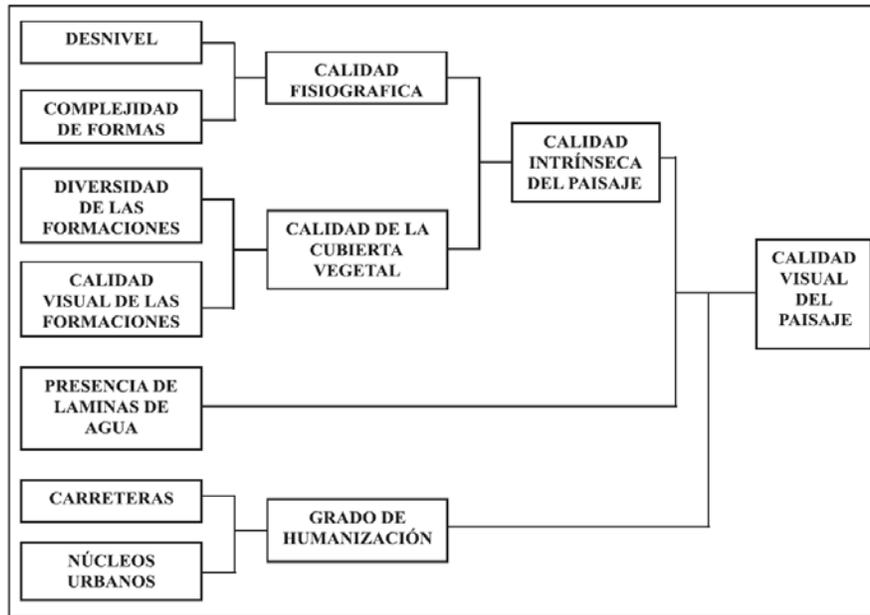


Figura IV.1. Modelo de Calidad Visual del Paisaje.

Fisiografía

La calidad fisiográfica de la unidad del paisaje se valora en función de dos aspectos, el desnivel y la complejidad topográfica. Este criterio pretende asignar una mayor calidad a unidades más abruptas, movidas, con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos dominados por formas llanas.

Desnivel, o diferencia entre las cotas máxima y mínima de cada unidad. A mayor desnivel corresponde mayor calidad. Las unidades se han agrupado en cuatro intervalos de desnivel:

Menor Calidad	Clase 1	Desnivel <600 m	Valor asignado 1
	Clase 2	Desnivel entre 600 y 850 m	Valor asignado 2
	Clase 3	Desnivel entre 850 y 1100 m	Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	Desnivel >1100 m	Valor asignado 4

Complejidad de las formas, La calidad será mayor en aquellas unidades con más porcentaje de superficie ocupada por formas que indican complejidad estructural. Una vez que se han determinado las Unidades de Paisaje, y en función del porcentaje con que aparecen estas formas simples o complejas en cada una de las unidades se ha realizado una clasificación de éstas, asignando mayor valor a aquellas unidades de paisaje que presentan mayor superficie ocupada de formas que indican complejidad estructural.

Menor Calidad	Clase 1	Formas Simples	Valor asignado 1
	Clase 2		Valor asignado 2
	Clase 3		Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	Formas Complejas	Valor asignado 4

Vegetación y usos del suelo

La vegetación y los usos del suelo son un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje por ser un elemento extensivo a todo el territorio. Se han tenido en cuenta la diversidad de formaciones, ya que es muy diferente desde el punto de vista paisajístico en este territorio la calidad de una zona con mezclas irregulares de varias formaciones que la de una gran extensión homogénea, aunque su calidad individual sea buena. En segundo lugar la calidad visual de cada formación, en la que se considerará mejor aquella que se acerque más a la vegetación natural, o aquellos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el entorno.

Diversidad de formaciones. Se asigna mayor calidad a unidades de paisaje con mezcla equilibrada de cultivos, masas arboladas y matorral, que a aquellas zonas con distribuciones dominadas por uno de los tres estratos. La diversidad de formaciones es:

Menor Calidad	Clase 1	Valor asignado 1
	Clase 2	Valor asignado 2
	Clase 3	Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	Valor asignado 4

Calidad visual de las formaciones. Se valora con mayor calidad la vegetación autóctona, el matorral con ejemplares arbóreos y los cultivos tradicionales. En función de este criterio se han establecido cuatro clases:

Menor Calidad	Clase 1	Valor asignado 1
	Clase 2	Valor asignado 2
	Clase 3	Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	Valor asignado 4

Presencia de agua

La presencia de láminas de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Se valora la presencia de agua que se percibe en el conjunto de la unidad, no aquella que aunque esté no es un elemento dominante en la misma. En este caso se han considerado sólo los ríos perennes.

Menor Calidad	Clase 1	Ausencia	Valor asignado 0
Mayor Calidad	Clase 2	Presencia	Valor asignado 1

Grado de Humanización

La abundancia en el paisaje de estructuras artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Para medir la distribución de esta variable en el territorio se han utilizado los parámetros de densidad de carreteras y densidad de población.

Densidad de carreteras. Se ha restado más calidad a las unidades con mayor número de cuadrículas ocupadas por carreteras, dando mayor peso a la red viaria principal (carreteras nacionales asfaltadas y de terracería), que por sus mayores exigencias constructivas resultan más conspicuas que las brechas y veredas, más fácilmente camuflables. El cálculo realizado ha sido el siguiente: $5 \times (\text{Nro de cuadrículas con carreteras de 1er orden}) + (\text{Nro de}$

cuadrículas con carreteras de 2do orden), los valores obtenidos se han agrupado en 4 intervalos:

Menor Calidad	Clase 1	>450	Valor asignado 1
	Clase 2	250-450	Valor asignado 2
	Clase 3	100-250	Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	0-100	Valor asignado 4

Densidad de población. Se ha restado calidad a aquellas unidades con más cuadrículas ocupadas por poblaciones dispersas y en mayor medida las ocupadas por núcleos urbanos. El proceso seguido ha sido análogo al de las carreteras.

Menor Calidad	Clase 1	>200	Valor asignado 1
	Clase 2	100-200	Valor asignado 2
	Clase 3	50-100	Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	0-50	Valor asignado 4

El resultado de la aplicación del Modelo de Calidad Visual (Fig. IV.1) permite valorar cada una de las unidades de paisaje en función de su calidad paisajística, se han establecido 4 clases en las que la clase 1 representa la calidad más baja y la clase 4 la mayor calidad del paisaje.

Menor Calidad	Clase 1	7.00-11.75	Calidad baja
	Clase 2	11.75-16.50	Calidad media
	Clase 3	16.50-21.25	Calidad moderada
Mayor Calidad	Clase 4	21.25-26.00	Calidad alta

De los resultados podemos observar que dada las condiciones fisiográficas, se determinó únicamente una Unidad del Paisaje (UP) la cual tuvo la valoración final de **15.00**, con una *Calidad visual media*.

U.P.	Dsn	Cmf	Dvs	Cyf	Prs	Dsc	Dsp	Cvp
1	1	3	2	2	1	3	3	15

❖ *Fragilidad del Paisaje.*

La Fragilidad Visual se puede definir como la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. La calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar (Fig. IV.2). El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad según se trate de una actividad u otra. Los factores utilizados para la valoración de la fragilidad del paisaje son la vegetación y usos del suelo, la pendiente, fisiografía, forma y tamaño de la unidad de paisaje y la distancia a la red vial y núcleos de población (Montoya *et al.*, 2003).

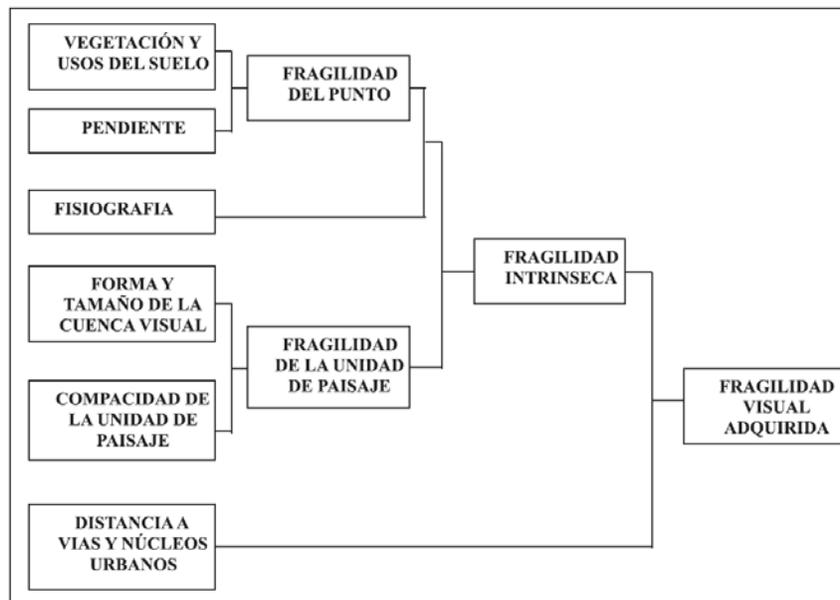


Figura IV.2. Modelo de Fragilidad Visual Adquirida del Paisaje.

Vegetación y usos del suelo

La fragilidad de la vegetación la definimos como el inverso de la capacidad de ésta para ocultar una actividad que se realice en el territorio. Por ello, se consideran de menor fragilidad las formaciones vegetales de mayor altura, mayor complejidad de estratos y mayor grado de cubierta.

En función de estos criterios se ha realizado una reclasificación de los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo en cuatro tipos, de menor a mayor fragilidad. Los núcleos urbanos se excluyen en esta clasificación.

Menor Fragilidad	Clase 1 Formación arbórea densa y alta	Valor asignado 1
	Clase 2 Formación arbórea dispersa y baja	Valor asignado 2
	Clase 3 Matorral denso	Valor asignado 3
Mayor Fragilidad	Clase 4 Matorral disperso, pastizales y cultivos	Valor asignado 4

Pendiente

Se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad, por producirse una mayor exposición de las acciones. Se ha calculado la pendiente en cada punto del territorio y se han establecido tres categorías.

Menor Fragilidad	Clase 1	Pendiente <5%	Valor asignado 1
	Clase 2	entre 5% y 15%	Valor asignado 2
Mayor Fragilidad	Clase 3	Pendiente >15%	Valor asignado 3

Fisiografía

Contemplada como la posición topográfica ocupada dentro de la unidad de paisaje. Se han clasificado los tipos geomorfológicos descritos en el área de estudio con un criterio basado en la altitud, pendiente y abruptuosidad de las formas. Se consideran de mayor fragilidad las zonas culminantes, algo menor las laderas y por último las vaguadas y fondos de valle.

Menor Fragilidad	Clase 1 Aluvial coluvial, navas	Valor asignado 1
	Clase 2 Aluvial, terrazas, islas	Valor asignado 2
	Clase 3 Laderas planas, vertientes	Valor asignado 3
Mayor Fragilidad	Clase 4 Divisorias, crestas, collados	Valor asignado 4

Forma y tamaño de la Cuenca visual.

Se han evaluado de forma conjunta estos dos parámetros, se considera que a mayor extensión de la cuenca visual mayor fragilidad, ya que cualquier actividad a realizar en una unidad extensa podrá ser observada desde un mayor número de puntos. En cuanto a la forma, su incidencia se ha evaluado en función del tamaño, para grandes unidades se considerará de mayor fragilidad aquella cuya forma establezca una direccionalidad en las vistas (forma de elipse) y de menor fragilidad si la forma es redondeada. La influencia de la forma cuando se trate de una unidad pequeña será al revés: las formas elípticas serán de menor fragilidad que formas circulares.

En función de estos criterios se han diferenciado cuatro clases de fragilidad en función de la forma y tamaño de la unidad de paisaje.

Menor Fragilidad	Clase 1	0.0-1.0 km	Valor asignado 1
	Clase 2	1.1-2.5 km	Valor asignado 2
	Clase 3	2.6-5.0km	Valor asignado 3
Mayor Fragilidad	Clase 4	5.1-7.0 km	Valor asignado 4

Compacidad

Se ha considerado que a mayor compacidad mayor fragilidad, ya que las cuencas visuales con menor complejidad morfológica tienen mayor dificultad para ocultar visualmente una actividad. Se han diferenciado tres clases de compacidad en función de la variedad de formas que aparecían dentro de cada una de las unidades de paisaje definidas.

Menor Fragilidad	Clase 1	menor compacidad	Valor asignado 1
	Clase 2		Valor asignado 2
Mayor Fragilidad	Clase 3	mayor compacidad	Valor asignado 3

❖ **Distancia a red vial y núcleos habitados:**

Este factor se ha considerado para incluir la influencia de la distribución de los observadores potenciales en el territorio. Evidentemente, el impacto visual de una actividad será mayor en las proximidades de zonas habitadas o transitadas que en lugares inaccesibles. Para evaluar la incidencia de este parámetro se ha clasificado el territorio en función de la distancia a la red viaria y núcleos urbanos. Los intervalos se han clasificado de la siguiente forma:

Menor Fragilidad	Clase 1	Distancia superior a 1600 m	Valor asignado 1
	Clase 2	Distancia entre 400 y 1600 m	Valor asignado 2
Mayor Fragilidad	Clase 3	Distancia inferior a 400 m	Valor asignado 3

La integración de estos aspectos se obtiene mediante la integración y combinación de las clases de fragilidad de cada uno de los aspectos que forman el modelo de fragilidad visual del paisaje y a través de matrices de doble entrada en donde se combinan las diferentes clases de cada uno de los elementos. El resultado de la aplicación del modelo permite establecer cuatro clases de fragilidad en la valoración del territorio.

El resultado de la aplicación del Modelo de Fragilidad Visual (Fig. IV.1) permite valorar cada una de las unidades de paisaje en función de su calidad paisajística, se han establecido 4 clases en las que la clase 1 representa la calidad más baja y la clase 4 la mayor calidad del paisaje.

Menor Calidad	Clase 1	6.00-9.75	Fragilidad visual baja
	Clase 2	9.75-13.50	Fragilidad visual media
	Clase 3	13.50-17.25	Fragilidad visual moderada
Mayor Calidad	Clase 4	17.25-21.00	Fragilidad visual alta

De los resultados podemos observar que dada las condiciones fisiográficas, se determinó únicamente una Unidad del Paisaje (UP) la cual tuvo la valoración final de **10.00**, con una *Fragilidad visual media*.

<i>U.P.</i>	<i>Vgs</i>	<i>Pnd</i>	<i>Fsg</i>	<i>Fyt</i>	<i>Cmp</i>	<i>Drv</i>	<i>Fvp</i>
1	1	1	2	2	1	3	10

IV.2.4 Medio socioeconómico.

El sitio del proyecto se localiza en el municipio de Altotonga, Veracruz, 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.

El municipio de Altotonga cuenta con una población total referida por el INEGI a través del Censo de Población y Vivienda del 2010 de 60,396 habitantes y cuenta con una superficie de 328.7 Km², y con respecto a estos datos se estima una densidad de población en el 2010 de 183.8 hab/Km². El municipio de Altotonga colinda al norte con los municipios de Atzalan y Tenochtitlán; al este con los municipios de Tenochtitlán, Tlacolulan y Tatatila; al sur con los municipios de Tatatila, Las Minas, Villa Aldama, Perote y Jalancingo; al oeste con los municipios de Jalancingo y Atzalan. Con respecto a la clasificación de la CONAPO se le ubica al Municipio de Altotonga como “No urbano”.

El municipio de Altotonga cuenta con localidades que participan del Programa para el Desarrollo de Zonas prioritarias de la Unidad Administrativa de Microregiones de la Subsecretaría de Desarrollo Social y Humano (SEDESOL).

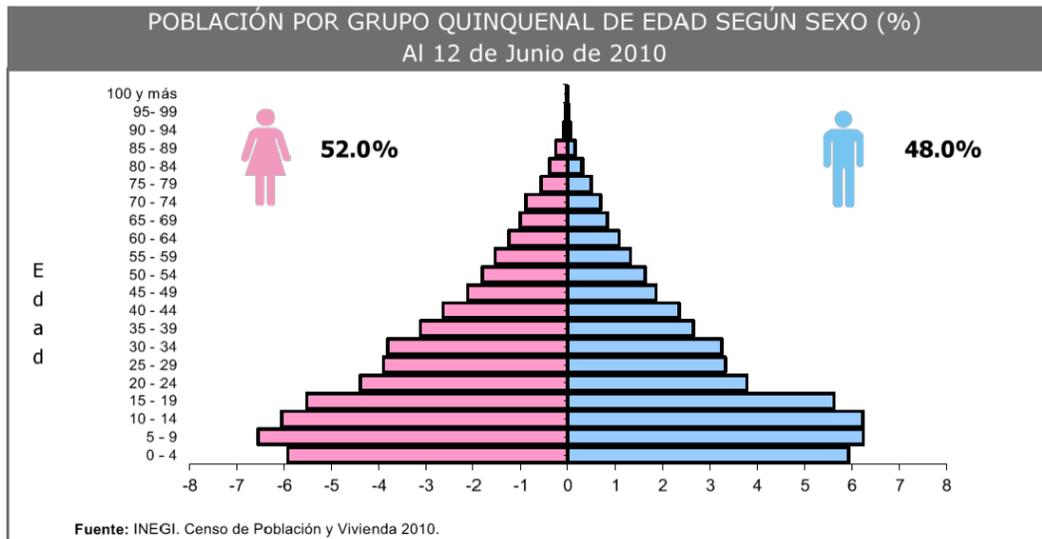
La población del municipio es una población que con respecto a los datos del 1995 comparado con los referidos al 2010 ha incrementado su población en un 23.69% conforme a lo expresado en la siguiente tabla.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN				
Año	Total	Hombres	Mujeres	Proporción estatal (%)
2017	63,481	30,533	32,948	0.78
2014	62,084	29,865	32,219	0.78
2010	60,396	29,014	31,382	0.79
2005	56,962	27,335	29,627	0.80
2000	53,241	26,009	27,232	0.77
1995	48,827	24,178	24,649	0.72

p/ Proyecciones

Fuente: Para 1995 a 2010, INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2010, y para 2014 y 2017, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010-2030.

Para el municipio de Altotonga 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, solo presenta una pequeña disparidad en el rango comprendido entre los 0 a 4 años de edad, además expresa que existe una parte importante de la población dentro del rango comprendido entre los 5 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.



El municipio de Altotonga presenta los siguientes valores en los índices sintéticos e indicadores con las siguientes características respecto al Grado de Marginación.

MARGINACIÓN, 2010	
Concepto	Referencia
Grado de marginación	Alto
Índice de marginación escala 0-100	35.1
Lugar que ocupa en el contexto estatal	60
Lugar que ocupa en el contexto nacional	634
Población analfabeta de 15 años o más	18.2%
Población sin primaria completa de 15 años o más	43.9%
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	1.9%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	3.2%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	28.1%
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	59.6%
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	20.2%
Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	67.3%
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	76.6%

Fuente: CONAPO. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio, 2010.

Índice de Desarrollo Humano para el municipio de Altotonga.

El municipio de Altotonga presenta un Índice de Desarrollo Humano conforme a los datos expuestos en la siguiente tabla, comparados entre el año 2000 y el año 2010, en la tabla

se enlistan y comparan el índice de Desarrollo Humano, el Índice de Educación, con dos componentes la tasa de asistencia escolar y la de alfabetización de adultos, el Índice de Salud con el componente de Tasa de Mortalidad infantil, el Índice de Ingreso con el componente de ingreso per cápita, con el componente de ingreso per cápita anual, indicador que es medido en dólares, es evidente que estos índices muestran de forma general una mejora ya que al comparar el periodo comprendido entre los años 2000 y 2005, en este caso se reconoce un aumento en el Índice de Desarrollo Humano, en el que se encuentra un aumento de los valores de Índice de Educación y de la tasa de asistencia escolar, el índice de salud y se hace evidente una disminución en la tasa de mortalidad infantil al pasar de 33.23 a 29.31, también existe una mejora del ingreso per cápita anual 2,908 a 3,520 (dólares ppc); son estos datos lo que permiten colocar al municipio de Altotonga con un aumento del índice compuesto de Desarrollo Humano, al pasar del lugar 778 al 522 en el 2010.

Índice de pobreza para el municipio de Altotonga.

Para el caso del municipio de Altotonga, 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 Altotonga 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.

Análisis económico del municipio de Altotonga.

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.

Sector primario.

El sector primario 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.

Actividades primarias.

Para el municipio de Altotonga las actividades primarias referidas por la SAGARPA para el año 2012, se vierten en la tabla siguiente, que presenta un concentrado de estas actividades, siendo la actividad más preponderante la de cultivo de granos de maíz con un total de 4,760 hectáreas llevadas a cabo en el periodo de temporal y tiene como principal producto cárnico la de bovino con 480.2 toneladas, generando la producción agrícola un total de 31,342.3 (miles de pesos) en el 2012.

AGRICULTURA, 2012				
Principales cultivos	Superficie sembrada (Hectáreas)	Superficie cosechada (Hectáreas)	Volumen (Toneladas)	Valor (Miles de pesos)
Total	12,950.8	11,435.3	NA	289,752.9
Maíz grano	4,760.0	4,534.5	8,904.5	31,342.3
Café cereza	2,104.0	2,104.0	4,500.0	39,600.0
Haba (grano)	1,100.0	1,100.0	900.1	8,267.3

NOTA: El total de superficie sembrada, cosechada y el valor de la producción incluyen el resto de cultivos del municipio.
Fuente: SAGARPA. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.

GANADERÍA Y AVICULTURA, 2012				
Especie	Volumen de producción en pie (Toneladas)	Valor de producción en pie (Miles de pesos)	Volumen de producción de carne en canal (Toneladas)	Valor de producción de carne en canal (Miles de pesos)
Total	NA	20,300.2	NA	20,351.3
Bovino	480.2	10,995.7	240.5	10,051.4
Porcino	200.6	4,369.9	156.6	5,252.1
Ovino	108.4	2,788.9	54.1	2,939.0
Caprino	26.1	642.1	13.0	600.9
Ave a/	43.7	1,291.5	34.9	1,314.9
Guajolotes	5.5	212.1	3.8	193.0
Superficie dedicada a la ganadería (Hectáreas)			4,306.8	

a/ Comprende pollos de engorda, progenitora pesada y reproductora pesada.
Fuente: SAGARPA. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.

Actividades secundarias.

Para el municipio de Altotonga las actividades secundarias referidas por el INEGI en el año 2012, 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 seguida de la inversión pública en rubros específico que es el de Desarrollo Económico, finalmente la de inversión pública en el rubro de gobierno, eso significa que el año 2012 no existen otros elementos considerados dentro de las actividades secundarias que el municipio de Altotonga presente, y será en un futuro en el que las inversiones en el rubro de desarrollo económico de actividades secundarias puedan ser evidentes, uno de los puntos a considerar importante es el de acceso carretero, vías de comunicación y hospedaje que hagan más atractivo la estancia en el municipio de Altotonga.

Vivienda, hogar y urbanización.

La siguiente tabla refiere a la vivienda en el municipio de Altotonga referidos por el INEGI 2010, con un total de 13,912 viviendas habitadas, de las cuales 9,247 cuentan con piso firme y 2,681 son de piso de tierra, así mismo se incluye el tipo de bienes y tecnología de la información con las que cuentan dichas viviendas. las características generales de esta indican que la mayoría de las viviendas (aproximadamente la media del 81%, según datos del INEGI 2010) cuentan con todos los servicios de agua, luz, agua potable y drenaje, piso no de tierra, pero las viviendas en el municipio solo un porcentaje aproximado del 39.8% cuentan con equipos de equipamiento como refrigerador en la vivienda, pero solo un aproximado del 22% cuentan con lavadora, y más del 81% cuentan con elementos de comunicaciones como televisión, y cerca del 15.2% cuentan con equipamiento que le permite acceder a las tecnologías de información y solo un 4.5% tiene referencia del acceso a internet.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS, 2010		
Indicador	Viviendas	Porcentaje
Viviendas particulares habitadas	13,912	
Con disponibilidad de agua entubada	10,249	74.0
Con disponibilidad de drenaje	9,905	71.6
Con disponibilidad de energía eléctrica	13,357	96.2
Con disponibilidad de sanitario o excusado	13,468	96.8
Con piso de:		
Cemento o firme	9,247	67.0
Tierra	2,681	20.2
Madera, mosaico y otros recubrimientos	1,956	12.8
Con disposición de bienes y tecnologías de la información y la comunicación		
Automóvil o camioneta	2,479	17.9
Televisor	11,276	81.3
Refrigerador	5,520	39.8
Lavadora	3,044	22.0
Computadora	1,060	7.6
Radio	9,593	69.2
Línea telefónica fija	2,103	15.2
Teléfono celular	4,499	32.5
Internet	626	4.5

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

La urbanización en el municipio de acuerdo al Anuario Estadístico de Veracruz, se observa que se cuenta con 132 fuentes de abastecimiento de agua que pueden ser los arroyo, ríos, norias, entre otros; no se cuenta con planta potabilizadora de agua, sin embargo se cuentan con 10,337 tomas domiciliarias de agua entubada, teniendo este beneficio 48 localidades de un total de 94, es decir es 50%, además se cuenta con 14,974 tomas instaladas de energía eléctrica, contando con este servicio más del 60% de las localidades del municipio, tal y como se puede ver en el siguiente cuadro.

URBANIZACIÓN, 2012	
Indicador	Valor
Fuentes de abastecimiento de agua ^{a/}	132
Volumen promedio diario de extracción (miles de metros cúbicos)	8.3
Plantas potabilizadoras de agua	0
Capacidad instalada (litros por segundo)	0.0
Volumen suministrado anual de agua potable (millones de metros cúbicos)	0.0
Sistemas de agua entubada (2011)	44
Tomas domiciliarias de agua entubada (2011)	10,337
Localidades con red de distribución de agua entubada (2011)	48
Sistemas de drenaje y alcantarillado	9
Localidades con el servicio de drenaje y alcantarillado	9
Tomas instaladas de energía eléctrica ^{b/}	14,974
Localidades con el servicio de energía eléctrica	68
^{a/} Comprende: arroyos, esteros, galerías, lagunas, norias, pozas, presas y ríos.	
^{b/} Comprende agrícolas, alumbrado público, bombeo de aguas potables y negras, domésticas, industriales y de servicios.	
Fuente: INEGI. Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave.	

Educación.

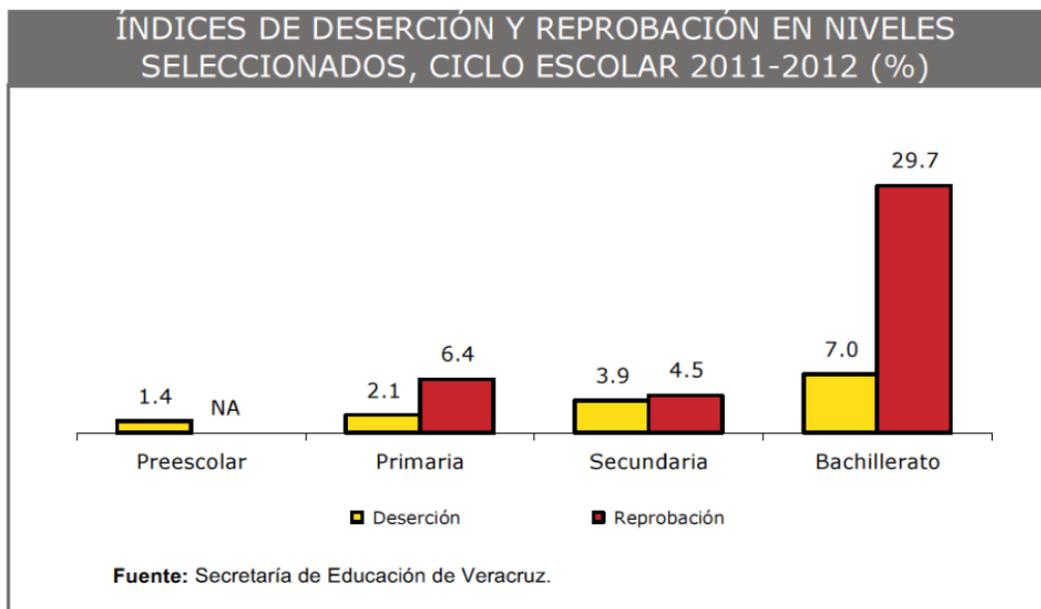
Para el rubro de educación en el municipio, la Secretaria de Educación de Veracruz (Anuario Estadístico) reporta para el curso 2012-2013, una población de 10,201 alumnos en nivel primaria, pero contrasta con el dato de que solo 3,813 alumnos cursan la secundaria, y que de esa totalidad no existe ninguno con nivel técnico superior o una profesión. El grupo total estudiantil reportado es de 18,639 alumnos.

Es importante señalar que en el municipio cuenta con un total de 250 centros educativos que cubren los niveles desde preescolar hasta bachillerato, cuentan además con tres centros de educación especial, dos escuelas de educación para adultos y 7 escuelas de formación para adultos, mismas que se activan a fin de cursos, para atender la población estudiantil se cuenta con 890 docentes en sus diferentes niveles educativos antes mencionados. El municipio no cuenta con centros educativos de nivel licenciatura, tampoco de nivel profesional técnico ni de posgrados.

CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR EDUCATIVO, INICIO DE CURSOS 2012-2013						
Nivel educativo	Escuelas	Docentes	Grupos	Alumnos		
				Hombres	Mujeres	Total
Total	250	890	1,158	9,225	9,414	18,639
Educación inicial	0	0	0	0	0	0
Educación especial	3	14	9	65	61	126
Preescolar	79	153	230	1,156	1,174	2,330
Primaria	103	392	639	5,121	5,080	10,201
Secundaria	43	192	193	1,869	1,944	3,813
Profesional técnico	0	0	0	0	0	0
Bachillerato	13	106	58	831	909	1,740
Técnico superior universitario	0	0	0	0	0	0
Normal	0	0	0	0	0	0
Licenciatura Univ. y Tec.	0	0	0	0	0	0
Posgrado Univ. y Tec.	0	0	0	0	0	0
Educación para adultos	2	7	0	26	33	59
Formación para el trabajo a/	7	26	29	157	213	370

a/ Fin de cursos
Fuente: Secretaría de Educación de Veracruz. Anuario Estadístico.

De acuerdo a lo reportado por la Secretaría de Educación de Veracruz, el porcentaje de alumnos que dejan los estudios así como los reprobados es muy alta para el nivel de bachillerato, teniendo un valor del 29.7%, y así también para el nivel primaria con un 6.4%, tal y como se presenta en la siguiente gráfica. Además se reportan 36 bibliotecas para el municipio.



De acuerdo a la tabla 4.16 se observa que el INEGI reporta que el 82.1% de la población de 6 a 14 años sabe leer y escribir, y la tasa de analfabetismo es de tan solo el 18.2%.

ANALFABETISMO, 2010	
Indicador	Valor
Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir	82.1%
Población del 15 años y más	37,949
Población de 15 años y más analfabeta	6,845
Tasa de analfabetismo	18.2%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Salud.

En el rubro de salud, de acuerdo al INEGI 2010, aproximadamente el 45% de la población es derechohabiente de algún servicio de salud, y la otra parte no lo es, existen en el municipio 14 unidades médicas, 1 unidad del IMSS, 1 unidad del ISSSTE, 6 unidades conformada por el servicio proporcionado por el IMSS en colaboración con el programa de Oportunidades y 6 del servicio que ofrece la Secretaria de Salud del Estado, el municipio cuenta con 58 personas como personal médico independiente, y para la atención de las Unidades Médicas, esto nos da un total de atención de 1041 habitantes por médico, lo que resulta insuficiente para un municipio de las dimensiones del municipio de Altotonga.

ATENCIÓN MÉDICA, 2012				
Indicador	Valor			
Médicos por cada 1,000 habitantes a/	1.0			
Población usuaria de los servicios médicos b/	31,433			
Afiliados al Seguro Popular	47,064			
Consultas externas otorgadas por el Seguro Popular	37,234			
a/ Estimado por la Subsecretaría de Planeación, con información del INEGI.				
b/ Se refiere al segmento de población derechohabiente y potencial que hace uso de los servicios institucionales de atención médica, al menos una vez durante el año de referencia.				
Fuente: CONAPO e INEGI.				
CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR SALUD, 2012				
Institución	Unidades de consulta externa	Consultas externas otorgadas	Hospitales	Médicos a/
Total	14	79,954	1	58
IMSS	1	11,694	0	9
ISSSTE	1	1,693	0	1
PEMEX	0	0	0	0
SEDENA	0	0	0	0
SEMAR	0	0	0	0
IMSS-OPORTUNIDADES	6	28,650	0	6
SS	6	37,917	1	42
a/ Comprende: médicos generales, especialistas, residentes, pasantes, odontólogos y en otras labores.				
Fuente: INEGI. Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave.				

IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

Clima.

La zona de influencia se encuentra circunscrita dentro de un tipo de clima (Cf), que corresponde al clima templado-húmedo, con poca oscilación climática, sin que el desarrollo del proyecto genere alteraciones en este factor.

Precipitación.

De igual manera, el desarrollo del proyecto de construcción de la presa hidrológica PH La Paz, para la generación de energía eléctrica, no generará cambios en los regímenes de precipitación y el patrón pluvial y de escurrimiento actual. Asimismo, tampoco se verá afectado el proyecto, si las condiciones meteorológicas propician condiciones de precipitación atípica o extrema.

Eventos climatológicos extremos.

Según la información recabada, la presencia de granizadas, tormentas tropicales, huracanes son eventos poco notorios a través del año, reportándose para la zona del proyecto una densidad de peligro bajo; sin embargo, lo más notable corresponde a la presencia de heladas, reportándose para la región centro un rango de 91 a 120 días; sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la ocurrencia de estas heladas, pueden tener un fuerte impacto en la región, por los daños causados a la agricultura principalmente, sin que ello signifique riesgos para las obras del proyecto.

Aire

Dada las condiciones de la zona, y tomando en cuenta que no se cuenta en el municipio de Altotonga con una red de monitoreo atmosférico, no se presentan en la actualidad condiciones de mala calidad del aire en la zona, y no se vislumbras alteraciones significativas en el futuro dada las condiciones de intensidad y viento dominante en la zona.

Suelos

Los suelos, principalmente de la región, han presentado un aprovechamiento diverso según las condiciones de manejo y aprovechamiento. Así pues, mientras algunos suelos de textura media principalmente en las zonas de montaña y con clima semifrío o frío, ricos en materia orgánica y cationes representan recursos de elevada importancia agrícola, estos no siempre presentan las condiciones de manejo necesarias para asegurar su desempeño óptimo en un plazo de tiempo considerable.

Hidrología

Este es el componente de mayor interés para el presente estudio. La captación de los escurrimientos provenientes de la cuenca del Río Bobos, presentan condiciones de calidad

de agua moderadamente aceptables, esto establecido a partir de la observación de que en la zona de influencia, existen fuentes puntuales de contaminación que haga suponer que los escurrimientos contengan parámetros fuera de la norma respectiva.

La condición superficial del agua se verá afectada por la presa y por la descarga aguas abajo del caudal aprovechado para la generación de energía eléctrica; sin embargo, el desarrollo del proyecto, no representaría fuertemente cambios importantes en el sistema hidrológico de la zona.

Flora

Las principales formas de vegetación los comprenden una zona alterada y desmontada parcialmente para la agricultura y pastizales, y que correspondía a vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña y vegetación secundaria. Por la dinámica de la actividad económica en la zona, la vegetación riparia y de bosque mesófilo se observa como un gran dosel poco estratificado. Sin embargo, es posible observar en los sitios de difícil manejo y acceso, elementos netamente riparios y de vegetación natural de la comunidad de Bosque Mesófilo, y que contribuyen de manera importante en el balance hídrico, climático y biológico del SA. Asimismo, los diferentes tipos de vegetación en el SA constituyen un sistema de parches o mosaico que han sido intervenidos con mayor o menor grado por las diversas actividades humanas en la zona. Es particular, la vegetación de bosque mesófilo de montaña alterado sobre la cual incidirá el proyecto representan un bajo porcentaje del SA, mientras que los restantes tipos de vegetación no serán afectados.

De la totalidad de especies vegetales identificadas, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, “Sobre la 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”. Aunque cabe la posibilidad que si se lleguen a encontrar.

Fauna

Dada al relativo distanciamiento con núcleos de población existentes, la población faunística es variada siendo las actividades agropecuarias su principal amenaza. Los estudios sobre la fauna en el municipio han sido más bien escasos y de carácter regional, pero tomando como base la ubicación física del proyecto y asociándolo al tipo de vegetación, se puede establecer que la fauna corresponde a fauna de las dos grandes áreas zoogeográficas, neotropical y neártica, principalmente residente y en menor medida de tipo migratorio.

La fauna silvestre en general y en particular los vertebrados terrestres anfibios, reptiles, aves y mamíferos, 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.

En el municipio de Altotonga y en el SA, la fauna solo considera 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.

La fauna, al igual que la flora, está integrada principalmente por su gran biodiversidad por elementos de la confluencia de dos grandes áreas zoogeográficas la neártica y neotropical, obedeciendo a patrones de distribución determinados por el clima, fisiografía y vegetación.

Las aves son el grupo con mayor número de especies dentro del municipio y las de mayor facilidad de observación. Para el municipio se tienen registradas cerca de 140 especies. Para el grupo de anfibios se incluyen los sapos (*Bufo* sp) y rana (*Rana* sp.), hasta la fecha se tienen registrados para la región y dentro del SA 20 especies, cabe mencionar que este es el orden menos estudiado de los vertebrados, sin embargo este grupo es considerado un indicador de la calidad del hábitat, y de los cuales, solo dos se observaron en el sitio del proyecto.

a) *Síntesis del inventario*

En algunos estudios de Impacto Ambiental, a efecto de resumir la información derivada del inventario ambiental, ofrecen una cartografía única en la que se intenta reflejar las características de cada punto del territorio, agrupándolas posteriormente en unidades homogéneas, tanto internamente, como con respecto a la respuesta ante una determinada actuación. Para ello, se han propuesto diversas metodologías de integración, partiendo de dos enfoques distintos, que han sido ampliamente empleadas en estudios de ordenamiento territorial (SEMARNAT, 2002).

El primero de ellos (González Bernáldez, et al. 1973), parte de un concepto integrador en el que cada unidad pretende ser una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas, recurriendo a lo que se ha denominado unidades de percepción o fenosistemas, es decir “partes perceptibles del sistema de relaciones subyacentes”. Se ha empleado habitualmente en estudios de planificación y en algunas ocasiones en estudios de impacto ambiental.

El segundo enfoque se fundamenta en la superposición de las distintas unidades determinadas en la cartografía temática, habiéndose propuesto diversos modelos para ello que abarcan desde una superposición simple, hasta una superposición ponderada. Esta síntesis puede efectuarse mediante técnicas manuales o automáticas (MOPU, 1981).

González-Bernáldez *et al.* (1973) parte de un concepto integrador en el que cada unidad pretende ser una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas, recurriendo a lo que se ha denominado unidades de percepción o fenosistemas, es decir partes perceptibles del sistema de relaciones subyacentes.

El diseño metodológico elaborado consta de tres etapas, ordenadas secuencialmente: 1) información e identificación, en la que se determinan las unidades de paisaje; 2) caracterización, en la que se selecciona el conjunto de variables significativas que definen cada unidad y, finalmente, 3) clasificación y catalogación de las mismas.

1) *Información e identificación.*

En esta fase se determina la escala de trabajo y se procede a la delimitación de unidades de paisaje mediante el método empírico. La escala seleccionada para la identificación de unidades es 1:2500, pues presenta suficiente resolución para detectar cambios significativos en el paisaje y, al mismo tiempo, no resulta excesivamente detallada, lo que dificultaría su comparación con otros entornos. El procedimiento para la delimitación de unidades es el de Pérez-Chacón (2002).

Entre los criterios más utilizados en esta fase inicial por los diferentes autores destacan los de carácter fisonómico, considerando que el fenopaisaje no hace más que traducir el conjunto de interacciones que subyacen en la organización de un paisaje dado. Esta primera zonificación fue corroborada y/ o corregida, mediante el trabajo de campo y la caracterización, abordada en el apartado siguiente. Asimismo, también en esta fase se recopiló información documental de carácter territorial que pueda ser de utilidad para comprender el área analizada.

2) *Caracterización.*

Tras la primera aproximación –fase de identificación– en la que se utiliza la fisonomía del paisaje (fenopaisaje) como indicador externo esencial de las estructuras profundas (criptopaisaje) que lo definen, se procede a la caracterización de cada unidad, realizando el siguiente análisis: *Estudio de los elementos del paisaje; Análisis de la estructura del paisaje y Caracterización de la dinámica del paisaje.*

3) *Clasificación y Catalogación.*

En esta fase se ha procedido a clasificar las unidades identificadas y caracterizadas. Para ello, se optó por la clasificación en función de la dominancia de elementos que proponen Bovet y Ribas (1989, 1992) y Pérez-Chacón *et al.*, (1995). La clasificación se basa en la dominancia de elementos estructurales y en el estudio de la dinámica que generan en el

geosistema. Es necesario determinar previamente cuál será la escala de referencia, pues las interrelaciones entre los elementos varían en función de la razón de escala. En el presente estudio, la escala considerada es 1:2500.

En cada unidad se determina qué grupo de elementos estructurales (abióticos, bióticos y antrópicos) es el dominante, o si existe más de uno. Para establecer esta jerarquización entre componente se sigue el procedimiento señalado por Pérez-Chacón *et al.* (1995). Se consideran un total de 15 categorías que, para la simplificación de su denominación, pueden ser representadas por letras o símbolos (Figura IV.5).

□ F		○ B		△ A	
□○ Fb	△□ Fa	○□ Bf	○△ Ba	△□ Af	△○ Ab
□△ Fba	△○ Fab	○△ Bfa	○□ Baf	△○ Afb	△□ Abf

Figura IV.5. Clasificación de fenopaisajes con dominancia abiótica (F), biótica (B) y antrópica (A).

TIPOS DE PAISAJES (FENOPAISAJES)		
Paisajes con predominio de elementos:		
Abióticos (F)	Bióticos (B)	Antrópicos (A)
<i>F</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<i>Fb</i>	<i>Bf</i>	<i>Af</i>
<i>Fa</i>	<i>Ba</i>	<i>Ab</i>
<i>Fba</i>	<i>Bfa</i>	<i>Afb</i>
<i>Fab</i>	<i>Baf</i>	<i>Abf</i>

Cuadro IV.1. Clasificación de interacciones entre fenopaisajes con predominio de sus elementos.

A continuación se muestra cada uno de los tipos de paisaje clasificados en la zona de estudio, de acuerdo a la metodología propuesta.



Ba

Predominio de elementos bióticos sobre trazas de antrópicos.



En esta foto se observa el predominio del elemento biótico sobre el antrópico, representado por el paisaje natural al fondo.

Unidad del Fenopaisaje 1



Ba

Predominio de elementos bióticos sobre trazas de antrópicos.



En esta foto se observa el predominio del elemento biótico sobre el antrópico, representado por paisaje natural al fondo.

Unidad del Fenopaisaje 2



Ba

Predominio de elementos bióticos sobre trazas de antrópicos.



En esta foto se observa el predominio del elemento biótico sobre el antrópico, representado por paisaje natural al fondo.

Unidad del Fenopaisaje 3

La última fase de la clasificación se realizó incorporando la denominación de la unidad, lo que permite una catalogación más precisa y, en este caso, con una clara referencia a cuestiones de ámbito más local. A su vez, la denominación de la unidad fue establecida con los mismos criterios de dominancia de elementos.

En resumen, los fenopaisajes encontrados por unidad de paisaje son:

TIPOS DE PAISAJES (FENOPAISAJES)	
Unidad	Fenopaisaje
<i>1</i>	<i>Ba</i>
<i>2</i>	<i>Ba</i>
<i>3</i>	<i>Ba</i>

V. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Es en este punto, que además de dar continuidad, permite informar sobre cómo se puede cuantificar el proyecto; es decir, la forma que en función de números algunos de origen cualitativo y otros en función de datos originados de resultados físicos, el proyecto adquiere una interpretación y entendimiento sobre la afectación en la superficie considerada por este y hacia su entorno en general.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la metodología, se consideraron los siguientes parámetros:

- Carácter
- Duración
- Extensión
- Intensidad
- Sinergia
- Reversibilidad
- Mitigabilidad

Estos fueron tomados tanto con los impactos directos como en los indirectos a través del uso de las siguientes técnicas:

- Listados simples de actividades del proyecto y factores ambientales.
- Matriz Modificada de Leopold de interacción Proyecto-Ambiente (Leopold,1971)
- Matriz Cribada
- Diagramas de flujo
- Sobreposición de planos
- Análisis de expertos

El proceso de identificación y evaluación de impactos se describe en los siguientes apartados. Para facilitar la comprensión se ha dividido en sus dos principales actividades: identificación y evaluación, y se representa en el siguiente diagrama de flujo.

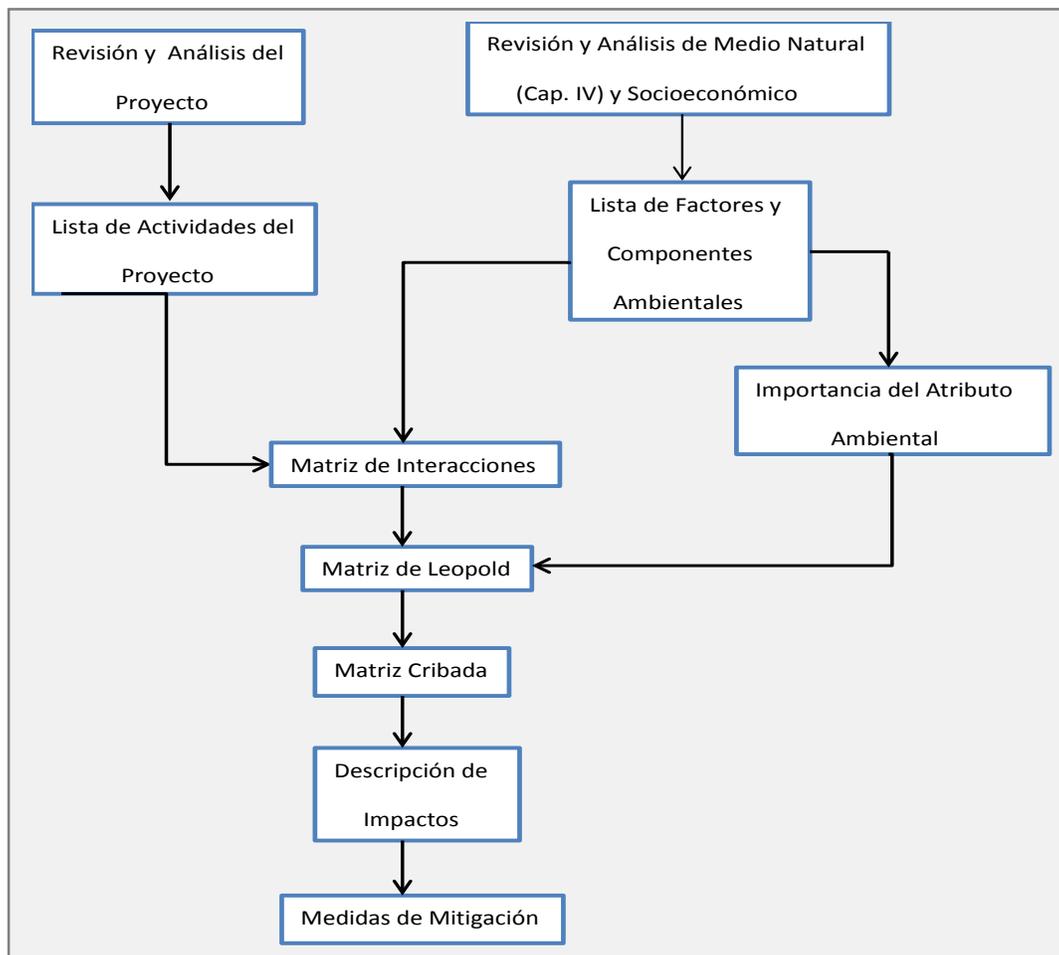


Figura V.1 Diagrama de flujo que representa las principales actividades que se realizan en el proceso de identificación y evaluación de impactos.

V.1.1 Indicadores de impacto

Los indicadores de los impactos ambientales se conforman de los elementos del medio ambiente que potencialmente pueden ser modificados, con ello es posible tener una referencia de las afectaciones al ambiente a consecuencia de la obra y/o actividad proyectada.

Subsistema	Factor	Atributos
Natural	Atmósfera (aire)	Calidad del aire
		Ruido
	Geología y Geomorfología	Relieve
	Suelo	Uso del suelo
		Erosión
		Propiedades químicas
		Propiedades Físicas ¹
	Hidrología superficial	Calidad del agua
		Gasto ecológico
	Geohidrología	Calidad del agua
		Infiltración
	Vegetación	Cobertura
		Riqueza de especies
Especies con valor de importancia comercial		
Abundancia		
Especies bajo protección		
Especies endémicas		
Fauna	Distribución (desplazamiento) y Abundancia	
	Riqueza de especies	
	Especies con valor de importancia comercial	
	Especies bajo protección	
Paisaje	Calidad escénica (visual)	
Socioeconómico	Socioeconómicos	Demografía
		Educación
		Vivienda
		Servicios públicos
		Empleo
		Potencial de desarrollo
		Patrón cultural
		Valor del suelo

Fig. V.2 Indicadores de impacto

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Atmosfera: Este indicador expresa la calidad del aire en el sitio, así como también el ruido generado durante las diferentes etapas del proyecto.

Geología y geomorfología: Para este indicador se observara las posibles modificaciones que ocurran en el relieve durante las distintas etapas del proyecto.

Suelo: Este indicador conlleva la el posible impacto hacia los diferentes atributos como lo son: el cambio de uso de suelo, la erosión, así como las propiedades físicas y químicas.

Hidrología superficial: Las corrientes de agua serán para este proyecto las que más se justifiquen en su uso puesto que será la materia prima a utilizar en la etapa de operación del proyecto

Geohidrología: La geohidrología puntualiza a los atributos ambientales susceptibles para este proyecto.

Vegetación: La vegetación es uno de los factores más vulnerables en las obras de construcción, puesto que se modifica siempre su abundancia, cobertura, riqueza etc.

Fauna: La fauna como se sabe es un indicador de impactos, puesto que las poblaciones siempre son modificadas cuando se deteriora el medio en el que coexisten.

Paisaje: La calidad escénica se deteriora fácilmente, así que se debe realizar la construcción de obras con pleno conocimiento de una construcción “amigable” con el medio.

Socioeconómicos: Este indicador enuncia los impactos que tendrán las comunidades aledañas al construir la obra.

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1 Criterios

Los criterios ambientales transformados en métodos para identificar y evaluar los impactos ambientales, son diversos, entre los cuales se enlistan los siguientes:

- 1) Procedimientos pragmáticos
- 2) Listados
- 3) Matrices
- 4) Redes
- 5) Modelos
- 6) Sobreposiciones
- 7) Procedimiento adaptativo

Independientemente del a método utilizado, la evaluación del impacto ambiental siempre debe girar en torno a un conjunto de actividades, investigaciones y tareas técnicas aplicadas con objeto de conocer en forma detallada las principales consecuencias de un proyecto y apegarse a la normatividad relacionada con el cuidado y preservación del ambiente, para brindar de forma efectiva una herramienta útil en la toma de decisiones.

En el caso de la edificación de establecimientos comerciales, los diferentes componentes ambientales son susceptibles de interactuar en el proyecto tanto en la fase de construcción como en la etapa de operación, por lo que es necesario un análisis de la manera en que el proyecto influye en el entorno y viceversa con el fin de identificar los diferentes impactos a los factores ambientales tomando como metodología el uso de una matriz de impacto ambiental. Los criterios considerados para esta evaluación de impacto ambiental son los siguientes:

Carácter del impacto:

Indica si la acción del Proyecto deteriora o mejora las características del Atributo ambiental, es decir, si es Benéfico o Adverso. Esta característica se denota por los signos (+) Positivo o (-) Negativo.

Impacto positivo (+) será aquél admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación o de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Extensión (E)

Es la dimensión de la superficie o el volumen afectado por el impacto,

* Puntual ** Local *** Regional **** a gran escala

Intensidad (I)

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en el que actúa. La escala de valoración se considera en 4 niveles: 1.- Mínima 2.- Moderada 3.- Alta 4.- Máxima

Duración del impacto (D):

Lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el efecto ambiental de la ejecución de una acción del proyecto.

Sinergia (S):

Aquel que se produce cuando el efecto continuo y simultaneo de varias acciones suponen un efecto ambiental mayor que la suma de los efectos individuales contempladas aisladamente.

Reversibilidad (R):

Posibilidad de que el factor afectado pueda volver a su estado original una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante, debido a las propias capacidades del sistema.

Mitigabilidad (M):

Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas o compensatorias, a un determinado impacto, y/o el nivel de atenuación que se logra con la aplicación de una determinada medida.

Importancia del Atributo Afectado (IAA):

Es la trascendencia que tiene en el sistema un determinado componente (atributo) ambiental. La importancia del atributo ambiental (IAA) se determina con base a dos criterios: Fragilidad e importancia funcional.

Fragilidad:

Implica el nivel de vulnerabilidad o facilidad de afectación del componente ambiental; o de otra manera, su capacidad de soporte o asimilación.

Importancia Funcional:

Se entiende como el papel que juega un componente ambiental en el mantenimiento del equilibrio natural (clímax) del sistema. Se considera que el valor de función incluye el valor estructural, ya que no hay importancia estructural, *per se*, si no por la función derivada de ella.

Significancia del impacto:

El Nivel de Significancia que representa el impacto para el entorno ambiental, está en función de la magnitud del impacto y la importancia del atributo ambiental afectado.

$$\text{Significancia} = (\text{Magnitud}) (\text{IAA})$$

Residualidad:

Representa el daño remanente del impacto, después de considerar la capacidad que tiene el medio de asimilar y restituir el impacto adverso y/o los resultados esperados de las medidas de mitigación a aplicar.

$$\text{Residualidad} = \text{Magnitud} [1 - (1/8) (R+M)]$$

Con esta ecuación puede observarse que la reversibilidad y la mitigación tienen un efecto reductor de la magnitud del impacto, resaltando con ello la aplicación de medidas de mitigación. Una vez obtenido el valor de la Residualidad, si este es mayor a **0.5**, el impacto debe ser considerado en los pronósticos del escenario y en el programa de monitoreo ambiental.

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Para la evaluación de los impactos ambientales se seleccionó la metodología conocida como Matriz de Leopold (1971), la cual fue modificada para adecuarla a las características particulares de este proyecto. Esta matriz fue elaborada con base en los resultados de la Técnica de Listado simple y de la Tabla de Doble entrada de interacciones Proyecto-Ambiente, seleccionando aquellos factores ambientales que podían ser impactados. La técnica de matrices consiste en interrelacionar las acciones del proyecto (columnas), con los diferentes factores y atributos ambientales (filas). Las interacciones resultantes se describen con base en los criterios ya citados anteriormente, los cuales sirven para determinar si el impacto es significativo o no.



MISION ENERGÉTICA

MIA-P SECTOR ELÉCTRICO



EIA

INTERACCIÓN	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	CARÁCTER	EXTENSIÓN DEL IMPACTO			MAGNITUD	IAA	SIGNIFICANCIA	REVERSIBILIDAD	MITIGABILIDAD	RESIDUALIDAD		
A1	ATMOSFERA (AIRE)	CALIDAD DEL AIRE	PREP	Desmonte y despalme	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	4	4	0.00	
A1(a)			PREP	Excavación y Nivelación del terreno	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	4	4	0.00	
A1(b)			PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	4	4	0.00	
A2		RUIDO	PREP	Desmonte y despalme	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	4	4	0.00	
A2(a)			PREP	Excavación y Nivelación del terreno	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	4	4	0.00	
A2(b)			PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	4	4	0.00	
A2(c)	O Y M		Operación de la planta	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	1	0.38	
G1	GEO	RELIEVE	PREP	Desmonte y despalme	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	3	4	0.03	
G1(a)			PREP	Excavación y Nivelación del terreno	-	1	1	1	0.25	Baja	I	Baja	1	4	0.09	
G1(b)			CONST	Construcción de la obra de toma	-	1	4	2	1	0.58	Media	I	Baja	1	4	0.22
G1(c)			CONST	Construcción del canal de conducción de agua	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31
G1(d)			CONST	Construcción de la casa de máquinas	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31
G1(e)	CONST	Instalación de postes	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31		
S1	SUELO	USO	PREP	Desmonte y despalme	-	1	4	3	1	0.67	Media	I	Baja	3	2	0.25
S1(a)			PREP	Excavación y Nivelación del terreno	-	1	4	3	1	0.67	Media	I	Baja	1	2	0.42
S1(b)			CONST	Construcción de la obra de toma	-	1	4	3	1	0.67	Media	I	Baja	1	2	0.42
S1(c)			CONST	Construcción del canal de conducción de agua	-	1	4	3	1	0.67	Media	I	Baja	1	2	0.42
S1(d)			CONST	Construcción de la casa de máquinas	-	1	4	3	1	0.67	Media	I	Baja	1	2	0.42
S1(e)			CONST	Instalación de postes	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31
S2			Erosión	PREP	Desmonte y despalme	-	1	4	2	1	0.58	Media	I	Baja	3	4
S2(a)		PREP		Excavación y Nivelación del terreno	-	1	4	2	1	0.58	Media	I	Baja	1	3	0.29
S2(b)		CONST		Construcción de la obra de toma	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	2	2	0.25
S2(c)		CONST		Construcción del canal de conducción de agua	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	2	2	0.25
S2(d)		CONST		Construcción de la casa de máquinas	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	2	2	0.25
S2(e)		CONST		Instalación de postes	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	2	2	0.25
S2(f)		P.Fisicas		PREP	Excavación y Nivelación del terreno	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2
HS		H.Sub	Gasto ecológico	CONST	Construcción de la obra de toma	-	2	4	1	1	0.58	Media	R	Media	4	1
HS(a)	CONST			Construcción del canal de conducción de agua	-	2	4	1	1	0.58	Media	R	Media	4	1	0.22
HS(b)	CONST			Construcción de la casa de máquinas	-	2	4	1	1	0.58	Media	R	Media	4	1	0.22
HS(c)	O Y M			Abastecimiento de Agua	-	2	4	3	1	0.75	Alta	R	Alta	4	1	0.28
HS(d)	O Y M			Operación de la planta	-	2	4	3	1	0.75	Alta	R	Alta	4	1	0.28
GH2	H.Sub	INFILTRACIÓN	CONST	Construcción de la casa de máquinas	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31
V1	VEGETACIÓN	Cobertura	PREP	Desmonte y despalme	-	1	4	2	1	0.58	Media	R	Media	2	3	0.22
V1(a)			CONST	Construcción del canal de conducción de agua	-	1	4	1	1	0.5	Media	R	Media	1	2	0.31
V1(b)			CONST	Construcción de la casa de máquinas	-	1	4	1	1	0.5	Media	R	Media	1	2	0.31
V1(c)			CONST	Montaje de conductos	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	3	0.25
V1(d)			CONST	Instalación de puesta a tierra	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	3	0.25
V1(e)		O Y M	Mantenimiento de los derechos de vía	-	1	4	1	1	0.5	Media	R	Media	3	2	0.19	
V4(f)		Abundancia	PREP	Desmonte y despalme	-	1	4	1	1	0.5	Media	C	Alta	3	2	0.19
V4(g)			O Y M	Mantenimiento de los derechos de vía	-	1	4	1	1	0.5	Media	C	Alta	3	2	0.19
F1		FAUNA	Distribución y Abundancia	PREP	Desmonte y despalme	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	3	2
P1(a)	PREP			Rehabilitación de almacenes cubiertos y a la intemperie	-	1	3	1	1	0.42	Baja	I	Baja	2	2	0.21
P1(b)	CONST		Construcción del canal de conducción de agua	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31	
P1(c)	PREP		Desmonte y despalme	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	3	3	0.13	
P1(d)	PREP		Excavación y Nivelación del terreno	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31	
P1(e)	PREP		Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	-	1	3	1	1	0.42	Baja	I	Baja	1	2	0.26	
P1(f)	PREP		Oficinas temporales de construcción	-	1	3	1	1	0.42	Baja	I	Baja	1	4	0.16	
P1(g)	CONST		Construcción de la obra de toma	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31	
P1(h)	CONST		Construcción del canal de conducción de agua	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31	
P1(i)	CONST		Construcción de la casa de máquinas	-	1	4	1	1	0.5	Media	I	Baja	1	2	0.31	
SE1	SOCIOECONÓMICO	Educación	PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	2	4	2	1	0.67	Media	I	Baja	1	0	0.58
SE2		Vivienda	PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	2	4	2	1	0.67	Media	I	Baja	1	0	0.58
SE3		Serv.Publicos	PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	2	4	2	1	0.67	Media	I	Baja	1	0	0.58
SE4		EMPLEO	PREP	Desmonte y despalme	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(a)			PREP	Excavación y Nivelación del terreno	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(b)			PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	3	2	2	1	0.58	Media	C	Alta	3	0	0.36
SE4(c)			CONST	Construcción de la obra de toma	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(d)			CONST	Construcción del canal de conducción de agua	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(e)			CONST	Construcción de la casa de máquinas	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(f)			CONST	Montaje de generador	+	3	2	1	1	0.5	Media	C	Alta	3	0	0.31
SE4(g)			CONST	Instalación de postes	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(h)			CONST	Montaje de conductores	+	2	2	1	1	0.42	Baja	C	Media	3	0	0.26
SE4(i)			CONST	Instalación de puesta a tierra	+	3	2	1	1	0.5	Media	C	Alta	3	0	0.31
SE4(j)			O Y M	Operación de la planta	+	2	4	1	1	0.58	Media	C	Alta	1	0	0.51
SE4(k)			O Y M	Mantenimiento de los derechos de vía	+	2	4	1	1	0.58	Media	C	Alta	1	0	0.51
SE5			P.D	PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	2	4	2	1	0.67	Media	R	Media	1	0
SE6		Patrón cultural	PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	2	1	1	1	0.33	Baja	I	Baja	1	0	0.29
SE7		Valor del suelo	PREP	Rehabilitación del camino de acceso al proyecto	+	2	4	1	1	0.58	Media	I	Baja	1	0	0.51

Escala para asignar las categorías de magnitud	
Escala	Magnitud
M<0.5	Baja
0.5≤M≤0.75	Media
0.75>M	Alta
M: Magnitud	

V.2 Resultados

De acuerdo con lo planteado en las tablas anteriores, la primera matriz (Matriz de identificación de impactos) identifica los factores ambientales potencialmente impactables. A partir de esta se elaboró la matriz de importancia (Matriz modificada de Leopold) en donde se utilizó la fórmula descrita páginas atrás y se obtuvo una primera calificación sobre los impactos negativos y positivos.

Posteriormente, la matriz de ponderación se apoyó directamente en la matriz de importancia para determinar la factibilidad del proyecto ya que la suma de todos los impactos (positivos y negativos) arrojan una calificación viable al proyecto, que si en un principio (durante la etapa de preparación y construcción) no son del todo favorables, al llegar a la etapa de operación de la planta hidroeléctrica se encuentra un claro equilibrio ambiental entre el proyecto construido y el medio natural de la zona, por lo tanto, la elaboración de las matrices como herramienta para evaluar la viabilidad del proyecto es satisfactoria siempre y cuando se sigan las medidas de mitigación referentes a cada impacto.

De esta manera se obtuvieron los impactos con un nivel medio y alto de significancia arrojando de esa manera:

15 de significancia media

9 de significancia alta

Los cuales se describen en las siguientes tablas mencionando el factor y atributo en el que se da el impacto el cual se describe, así como también el carácter del impacto y si requiere medidas de mitigación:

ETAPA DE PREPARACIÓN

FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO	CARÁCTER		MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
			+	-	SI	NO
Vegetación	Cobertura	Al realizar el desmonte y despalme se perderá un porcentaje de la vegetación que existe en el sitio				
	Abundancia	Se disminuirá puntualmente debido al desmonte y despalme				
Socioeconómico	Empleo	Se fomenta el empleo local, al realizar el desmonte y despalme, excavación y nivelación del terreno, además de la rehabilitación de caminos				
	P. de desarrollo	La rehabilitación de caminos ofrecerá un mejor traslado				

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO	CARÁCTER		MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
			+	-	SI	NO
Hidrología Superficial	Gasto ecológico	El desvío del agua para la construcción de obras				
Vegetación	Cobertura	No se tendrá la misma cobertura vegetal a lo largo del trazo				
Socioeconómico	Empleo	Se fomentará el empleo local y regional al momento de realizar la construcción de las obras y el montaje del equipo				

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO	CARÁCTER		MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
			+	-	SI	NO
Hidrología Superficial	Gasto ecológico	Reducción del caudal para el abastecimiento de la planta				
Vegetación	Cobertura	Al dar mantenimiento del camino y el canal no se permitirá el crecimiento de vegetación dentro de ellos				
	Abundancia					
Socioeconómico	Empleo	Se dará empleo para la operación y el mantenimiento de la planta				

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Se propone, en función de la evaluación realizada en el capítulo anterior, las acciones que ayudarán a que el proyecto se desarrolle con el mínimo de impacto y aquellas que ayudaran a mitigar y/o prevenir; aunque éste último, rara vez se logra prever en el documento aún se trate de actividades suficientemente conocidas; sin embargo, son medidas que ayudan a poder identificar y prever directamente en el campo, es decir, El responsable sabrá que las acciones impactan directamente al ambiente y por consecuencia aquellas acciones que no hayan manifestado en el proyecto que por causa de fuerza mayor tengan que adecuarse o modificar criterios deben ser tomadas en función de la prevención al medio ambiente.

Se deberá informar a todo personal que participe en las diferentes actividades del proyecto, de las medidas de prevención y acciones de mitigación que su actividad pueda afectar al ambiente; para ello, se recomienda la supervisión de personal especializado en el área ambiental para que a través de una bitácora se tenga el antecedente de las acciones tomadas en cada actividad específica que a criterio del responsable del proyecto, supervisor o autoridad ambiental deba implementarse antes, durante y después de la actividad. Previo inicio del proyecto, deberá la empresa formular un esquema de trabajo orientado a la toma de decisiones en materia ambiental acordando para ello, quien o quienes serán los responsables de la empresa para establecer el criterio de implementar acción preventiva y o de mitigación. Lo anterior, no interferirá con las observaciones, recomendaciones y demás, que bajo los preceptos de ley, la autoridad ambiental responsable de la autorización del presente documento, haga durante las etapas del proyecto.

VI.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

❖ **Obra de toma.**

De acuerdo al diseño manifestado, se propuso una estructura que permitiera la continuidad del caudal que la autoridad en materia (CONAGUA) finalmente determine como gasto ecológico. Es decir, no se trata de una obra de control rígido como pudiera ser una presa de almacenamiento la cual puede determinar el caudal que transita por el cauce. En función de lo anterior, la acumulación de sedimentos no es un problema (en cuanto a volumen acumulado) para este punto del cauce.

- Puede presentarse el escenario de obstrucción por materia orgánica (hojas, ramas) transportada por crecientes súbitas producto de eventos meteorológicos, en consecuencia dentro de su programa de operación deberá contemplar el equipo o maquinaria a usar para el retiro de esta y la disposición que tendrá y en donde se dará, pudiendo ser a sugerencia nuestra, aprovechado dentro de la misma subcuenca como sustrato para superficies destinadas a reforestación en proyectos de obra pública o privada o simplemente en programas de reforestación.
- Será necesario llevar registros y establecer algún sistema de medición (que por ley debe existir) que permita determinar el volumen que esté conduciéndose y saber si se está garantizando el gasto ecológico.
- Se deberá respetar las condiciones que la CONAGUA establezca para la construcción de obra en el cauce y en la zona federal.
- Se deberá tener cuidado de no remover material más allá de la superficie que se manifiesta.

- Deberá tenerse cuidado de no dejar material suelto tanto en el cauce como fuera de él, ya que esto permitiría que hubiera transporte de material aguas abajo y con ello modificar ya sea de manera temporal o permanente la morfología de este.
 - Se deberá observar y resolver lo relativo a la generación y manejo de los residuos para cada actividad que se identifique como generadora de estos. Conforme a lo manifestado en los capítulos anteriores descritos en el presente documento.
- ❖ **Canal de conducción de agua, camino adyacente y accesos a obra de toma y casa de máquinas y líneas de energía.**

Infraestructura que tiene su mayor impacto en la etapa de preparación. Es aquí donde se dará la mayor remoción de vegetación y suelo.

- Se deberá marcar físicamente de acuerdo a proyecto, la superficie que será ocupada por estas obras. De igual manera, se identificarán las especies arbóreas que serán retiradas para su aprovechamiento maderable en función de su estado previa autorización, y se deberá asignar conforme se avance en la obra si fuera necesario, espacios que permitan el depósito temporal para su desramado e inmediato traslado a los sitios de aprovechamiento. Durante el retiro, deberán identificar la caída de ramas buscando que no existan especies que puedan verse afectadas.
- Es necesario que se programe minuciosamente la selección de la maquinaria lo cual constructivamente tiene sus consecuencias pero ambientalmente puede llegar a ser irreversible el impacto por la mala selección.
- El suelo producto de corte, no deberá trasladarse fuera de la poligonal que envuelve al proyecto definida en términos generales desde la obra de toma. Lo anterior si por autorización de la autoridad (SEMARNAT) considera que pueda ser aprovechado o depositado fuera de esta, se realizará conforme lo indique.

- Si por resultados de geotecnia refieren un suelo útil para el relleno y conformación de las estructuras térreas que formaran los canales de conducción, caminos adyacentes a estos, tubería a presión, así como los proyectados para obra de toma y acceso a casa de máquinas, -salvo criterio de la autoridad ambiental que indique lo contrario- podrá ser usado para ello.
- La cubierta vegetal podrá ser depositada a lo largo de los trazos si a criterio de los responsables de la empresa o autoridad ambiental pudiera hacerse; se sugiere que uno de los criterios sea aquel que no modifique las condiciones de vegetación en estos sitios o pueda ser expuesta a erosión; o en caso, podrá ser ocupada en espacios destinados a reforestación dentro de la subcuenca siendo preferencial la comunidad de Río Vasco 2.
- Conforme se tenga avance en las obras y sean puntos que ya no requieran la presencia de maquinaria –sobre todo en la conformación de los caminos y canales de acceso– se deberá mantener libre de cualquier tipo de residuo.
- Se deberán considerar los sistemas de drenaje en cada frente de trabajo diseñados a modo que si se tuviera la presencia de precipitación pluvial, no provoque erosión y pueda arrastrar el material suelto; es decir, sean diseñados de manera que funcionen lo más cercano a las condiciones naturales de escurrimiento que se tenían antes del inicio de actividades del proyecto.
- Se deberá observar y resolver lo relativo a la generación y manejo de los residuos para cada actividad que se identifique como generadora de estos. Conforme a lo manifestado en los capítulos anteriores descritos en el presente documento.

❖ Paisaje.

- Siguiendo las medidas descritas en párrafos anteriores, permitirá reducir al mínimo la percepción, que se tenga por parte de las comunidades quienes están acostumbrados a ver y percibir el paisaje de su entorno inalterado, fuera de ruidos ajenos a los sonidos naturales. Es de suma importancia ya que este es el primer parámetro de medición que

la comunidad y/o visitantes externos tendrán del impacto que el proyecto esté teniendo; por lo que esta medida está orientada hacia la reiteración del seguimiento y control de las actividades con las medidas de este documento, y las que la autoridad determine anexas a este, y/o durante las visitas de esta al proyecto.

❖ **Flora:**

- Se deberá instruir a todo personal que participe en el proyecto que está totalmente prohibido retirar vegetación fuera del área de este, la vegetación que esté dentro de la superficie del proyecto que pueda ser rescatada, indicando además la prohibición para usos con fines comerciales o beneficios particulares. Esto aplica a todas las etapas del proyecto.
- Llevar a cabo la reforestación de acuerdo a lo referido en un proyecto de reforestación, en los lugares que señale Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con ejemplares de la especie que determine para las superficies asignadas.
- Deberán evitar realizar quema de la vegetación retirada en cada actividad, residuos, y en general se recomienda que no se realice quema en ninguna actividad del proyecto.
- Se recomienda no hacer uso de herbicidas y en general de cualquier sustancia que evite el crecimiento de la vegetación y/o control de esta.
- Se recomienda formar tocones con 60 cm de árboles derribados con el objeto de generar espacios de maniobra de la maquinaria exclusivamente o actividad que el frente de trabajo requiera.
- Una vez iniciada la operación del sistema, las actividades que se realicen sobre todo las de mantenimiento, seguirán sujetándose al cuidado y conservación de la vegetación; quedando de igual manera prohibido la quema de cubierta vegetal, y en general la hojarasca, ramas, ramas producto de podas selectivas y demás que pudiera encontrarse sobre todo en los caminos de acceso y en las obras proyectadas para conducir las aguas provenientes de precipitación pluvial.

❖ **Fauna:**

- Se deberá instruir a todo personal que participe en el proyecto que está totalmente prohibido matar, capturar, maltratar y demás acciones sobre todo directas –*entendiendo que para este punto en específico, las indirectas se refiere a las actividades de cada etapa del proyecto*–, que lleven a un estado de alteración de esta. Indicar la prohibición de capturar fauna para fines comerciales o particulares. Esto aplica a todas las etapas del proyecto.
- Se deberá rescatar cualquier especie que se localice en la superficie destinada a la infraestructura del proyecto y en aquellas que por fines de maniobra de las actividades se requiera, realizándose observando la legislación y normatividad ambiental. Esto aplica a todas las etapas del proyecto.
- Se deberá considerar que para el tendido de las líneas de conducción de electricidad, le sean colocadas boyas para hacerlas visibles a las aves. Observando los lineamientos que el diseño y colocación de estas líneas deben cumplir.

❖ **Emisiones.**

- Todos los vehículos móviles que tengan participación en cualquier etapa del proyecto, deberán dar cumplimiento a la normatividad aplicable en materia. Comprobando para ello con el documento y/o instrumento que certifique el cumplimiento de ello.
- El transporte de material (suelo de la superficie del proyecto) deberá hacerse en camiones de carga apropiados para ello, contando con una cubierta que evite la dispersión de partículas.

❖ **Proveedores**

- Para cada proveedor que participe en las etapas del proyecto se le informara previa contratación, del cumplimiento que deberán tener a la legislación ambiental, lo indicado en este documento y lo que la autoridad ambiental establezca para el proyecto.

- Se recomienda se restrinja acceso de los proveedores a puntos en los que no deban tener presencia, y pedir su retiro una vez realizada la entrega del producto.
- El proveedor no deberá llevar basura y/o cualquier otro tipo de material que sea ajeno a lo solicitado por el cliente y que requiera de la disposición en la infraestructura destinada a la prevención y mitigación de impactos ambientales.

❖ **Riesgo Ambiental.**

- Se reitera informar a los responsables del manejo de materiales, combustibles, pinturas, solventes y aceites utilizados para cada etapa del proyecto, el cumplimiento en el manejo y disposición de estos conforme a la normatividad aplicable.
- Conformar un programa de protección, enfocado a atender, orientar y/o resolver acciones y emergencias de riesgo ambiental.

VI.3 Impactos residuales.

De acuerdo a los registros que se tengan en bitácora, y a los observados por la autoridad en materia, se deberá generar un informe al final de cada etapa del proyecto donde se identifique aquellos impactos que en su momento se consideren como potencialmente de carácter residual. Al final del proyecto, se recomienda generar un informe que identifique los impactos residuales de este. Los cuales se deberán tener presentes en el apartado ambiental del programa de operación que la empresa generé.

Es lo descrito anteriormente, lo que permitirá saber específicamente sobre ellos sin embargo, se prevé que sin lugar a dudas el impacto social, cultural y económico de la comunidad Río Vasco 2, tendrán impactos residuales los cuales en función de la presente evaluación, se han estimado positivos.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario.

Para poder establecer un pronóstico desde luego con base en lo desarrollado hasta ahora, es necesario anticipar escenarios en el que se tienen eventos que prevén impactos negativos; sin que ello signifique que pueda verse sólo desde ese punto de vista; pero por definición un impacto positivo indica una aceptación de las partes que conforman el sistema ambiental; es necesario saber qué se haría o a que se estaría exponiendo el sistema con impactos negativos.

❖ *Preparación y construcción*

Sin lugar a dudas, son las etapas con mayor generación de impactos y es la de preparación donde se detonaran aquellos que tendrán un impacto negativo de mayor magnitud y aquellos que se convertirán en residuales. El centro de atención se encuentra en la definición, información y selección. Con una mala o deficiente definición de los alcances de la etapa, canalizará información de la misma calidad llevando a que la selección de personal, maquinaria y equipo, sea el inadecuado provocando con ello una alteración prácticamente irreversible. Por ello, es necesario que la calidad de la información que obtengan los responsables directos del proyecto sobre todo los que estarán físicamente en el sitio; sea clara y precisa sobre la importancia del sistema ambiental en el que se desarrollará el proyecto. Indispensable que se entienda que son los ordenamientos ambientales los que rigieron al proyecto ejecutivo y que siguen siendo ellos los que permitirán que la operación de este sea aceptado por el sistema ambiental.

En consecuencia, se reitera a los responsables de la ejecución del proyecto, que la omisión de las recomendaciones presentadas en este documento, las que la autoridad establezca anexas y durante la ejecución (frentes de trabajo), tendrán consecuencias que llevaran a una larga recuperación del sistema ambiental y en algunos casos su irreversibilidad.

❖ *Operación*

De igual manera, una operación que sea parte del sistema ambiental, estriba en el conocimiento no solo del sistema de generación de energía eléctrica, sino que requerirá que el personal identifique las condiciones antes y después de la construcción y cuáles han sido las metas establecidas para la recuperación y conservación del sistema ambiental. La omisión por parte del personal responsable de la operación o nula información hacia ellos, orientará sin lugar a dudas a escenarios que poco a poco llevaran al quebrantamiento del sistema ambiental y social.

VII.2. Programa de vigilancia ambiental.

Implícitamente, durante el desarrollo del documento, se han identificado puntos que sin lugar a dudas, son parte de cualquier programa de vigilancia ambiental que se genere. Desde nuestro punto de vista, el programa se generaliza en lo manifestado en el capítulo 6. Y es la recomendación que se detalle y adecúe como se manifiesta, previo al inicio de cualquier frente de trabajo para cualquier etapa. El párrafo anterior, en realidad está indicando el establecimiento de un programa de vigilancia ambiental.

VII.3. Conclusiones.

La propuesta de construcción de la Hidroeléctrica La Paz (Bobos I) como todo proyecto, puede verse desde muchos puntos de vista y se encontraran muchas aristas. Y es finalmente a través de este documento, que se pretende mostrar los elementos legales, técnicos, socioculturales y económicos que permiten el desarrollo condicionado de un proyecto o su negativa a él; con este documento, permitirá tener un inicio o puntos de partida de todo aquél interesado con personalidad moral o física que desee expresar o establecer los argumentos -bajo los elementos antes mencionados- que condicione su construcción.



VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Formatos de presentación.

De acuerdo a los artículos Número 17 y 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregan cinco ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública.

Asimismo todo el estudio se entrega grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio, mismo que es presentado en formato Word. Se integrará además un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental, mismo que también se encuentra grabado en memoria magnética en formato Word.

VIII.1.1 Planos definitivos.

Se Anexan.

VIII.1.2 Fotografías.

Se Anexan.

VIII.1.3 Videos.

No se consideraron para el presente estudio.

VIII.1.4 Listas de flora y fauna.

Se incluyen dentro del Capítulo IV, de las especies observadas en el sitio del proyecto durante los recorridos de campo.

VIII.2 Otros anexos.

Se presentan los siguientes documentos:

- ∞ Copia simple de la Escritura del predio.
- ∞ Copia simple del Acta Constitutiva.
- ∞ Copia simple del Poder del Representante legal.
- ∞ Copia simple de la IFE del Representante legal.
- ∞ Copia simple del RFC de la empresa.
- ∞ Copia simple de la CURP del Representante legal.
- ∞ Pagos de derecho originales y formato e5 por la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular.

Anexo Referencias Bibliográficas.

Arriaga Cabrera, L. E., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Baev, P. y L. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft. Sofia-Moscow, 57 pp.

Bojórquez-Tapia, L., E. Ezcurra y O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management* 53:91-99.

Carta Estatal de Climas. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Segunda Edición. Escala 1: 1 000 000.



Carta Estatal Geológica. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
Segunda Edición. Escala 1: 1 000 000.

Carta Estatal de Suelos. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
Segunda Edición. Escala 1: 1 000 000.

Carta Estatal de Hidrología Superficial. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e
Informática. Segunda Edición. Escala 1: 1 000 000.

Carta Estatal de Hidrología Subterránea. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e
Informática. Segunda Edición. Escala 1: 1 000 000.

Carta Estatal de Vegetación y Uso Actual. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía
e Informática. Segunda Edición. Escala 1: 1 000 000.

www.cna.gob.mx.

Conesa, V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª Ed.
Mundi-Prensa. 412 pp.

Franja, L. 1993. DIVERS: programa para el cálculo de índices de biodiversidad. España.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen. Instituto
de Geografía de la UNAM.

Google Earth Pro 2008.

Henderson, P. y R. Seaby. 1998. DIVERSITY. Species, diversity and richness. PISCES
Conservation, LTD. UK.

Hernández-García, J. 2007. Construcción del Puente vehicular *Coetzala*. MIA-P Vías Generales de Comunicación. Nature LTD. p: 24.

Kelsen, H. 1958. Teoría General del Derecho y el Estado. BsAs. EMECE Editores, S. A.

Lande, R. Statistic and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*; 76: 5-13, 1996.

Leopold, L. B., F. E. Clark, B. B. Hasnshaw y J. R. Basley. 1971. A procedure for evaluation environmental impact. U. S. Geological Survey Circular, 645, Department of Interior, Washington D. C.

Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.

Map Source 6. Garmin Co.

Peet, R. Relative diversity indices. *Ecology*; 56: 496-498, 1975.

Rabinowitz, R. 1997. Wildlife Field Research and Conservation Training Manual. Wildlife Conservation Society, New York, USA.

VIII.3 Glosario de términos.

Área agropecuaria: Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.



Área de maniobras: Área que se utiliza para el pre-armado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.



Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.



Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto,



ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.