

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro

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

I.1 Proyecto

[Ver mapa de ubicación.](#)

I.1.1 Nombre del proyecto

Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El área de proyecto se encuentra localizada en la zona federal que comprende la cortina de la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro) misma que se ubica entre el Cerro de Oro y el Cerro Santa Ursula en la localidad de Paso Canoa, dentro del Municipio de Tuxtepec, sus coordenadas geográficas son 17° 59' 50" de Latitud Norte y 96° 15' 19" de Longitud Oeste. La línea de transmisión iniciará en la zona de la central hidroeléctrica y finalizará interconectándose con la subestación eléctrica Benito Juárez de la CFE que se localiza en la población de Sebastopol con coordenadas 18° 02' 00" de Latitud Norte y 96° 10' 08" de Longitud Oeste, tendrá su trayectoria dentro de las localidades de Santa Ursula y San Rafael, ubicadas también en el municipio de Tuxtepec; todo esto inmerso en el Estado de Oaxaca. (ver [carta topográfica](#) con ubicación del sitio)

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo que se estima para la vida útil del proyecto se ha considerado en 50 años, sin embargo, estará supeditado a las autorizaciones de concesión y a las revalidaciones que la Comisión Nacional del Agua (CNA) otorgue al proyecto.

De acuerdo a lo anterior, se tiene estimada una duración aproximada de 24 meses para la tramitación de créditos y autorizaciones que son necesarias para la ejecución de las obras; 36 meses que abarcará la etapa de preparación del sitio y construcción y 50 años para la etapa correspondiente a la operación y mantenimiento del proyecto considerando que ese sea el periodo que en su momento pudiera otorgar la CNA en la concesión.

El tiempo que abarca el conjunto de las etapas conforme a lo señalado en el párrafo anterior dará un total de 55 años, los cuales podrían variar con las revalidaciones que se soliciten ante las autoridades correspondientes.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Para efecto de cumplir con lo establecido en la legislación, se realiza el presente estudio para que una vez obtenida la autorización por parte de la SEMARNAT, se realicen los trámites necesarios ante la Comisión Nacional del Agua para obtener los permisos y concesiones relativas a la construcción, así como al aprovechamiento de aguas superficiales y al uso de terrenos en zonas federales que son administradas por dicha autoridad.

Para el caso de los predios en donde se localiza el trazo de la línea de transmisión, actualmente se están preparando los trámites y convenios ante los propietarios de los terrenos para obtener los derechos de servidumbre de paso que la autoridad exige para este tipo de proyectos.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Electricidad de Oriente, S. de R. L. de C. V..

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

Protección datos
----- LFTAIPG

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

[Se anexa copia del acta constitutiva de la empresa.](#)

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

Protección datos personales LFTAIPG

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o Razón Social

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

Protección datos
personales LFTAIPG

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Protección datos personales LFTAIPG

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

Construcción y Operación de una Central Hidroeléctrica equipada con un conjunto turbina-generador con potencia de diseño de 10.8 MW; una subestación eléctrica que servirá para elevar a 115 KV el voltaje proveniente de la central, así como una línea de subtransmisión de doble circuito de 10.5 km que interconectará con la red de transmisión y distribución de energía de la CFE.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La presa Miguel Alemán (Temascal) ubicada en el Estado de Oaxaca fue construida como obras de regulación del río Tonto debido a las crecientes periódicas que llegaban a afectar en forma importante la parte baja del río Papaloapan, esto permitió reducir problemas de inundación en la región, además de proporcionar el beneficio de aprovechar el recurso para la generación de energía eléctrica, sin embargo, la problemática en la zona no había sido controlada del todo, ya que existe otro río denominado Santo Domingo, que confluye con el río Tonto, y que representaba un riesgo continuo de desbordamiento e inundación al ser uno de los principales afluentes del Papaloapan, como fue en los años 1958 y 1969.

Considerando lo anterior, la Federación emitió en 1972 un decreto en el que se aprobaba la recomendación de la construcción de la presa Cerro de Oro, la cual permitiría controlar el gasto del río Santo Domingo y complementar el volumen de la presa Miguel Alemán para generación hidroeléctrica mediante la interconexión de las dos presas. Por esta razón, a la presa Cerro de Oro no se le dotó de una estructura de obra de toma.

La presa Cerro de Oro actualmente desaloja un gasto de entre 30 y 45 m³/s por su estructura de control, que descarga el flujo de agua en el río Santo Domingo, este gasto puede llegar a incrementarse durante la temporada de lluvias, e inclusive puede en determinado momento desalojar hasta 6,000 m³/s a través de su vertedor de excedencias.

En virtud de que el gasto que se descarga a través de esa estructura de control tiene un flujo constante y la zona donde se localiza la cortina presenta condiciones adecuadas para la instalación de infraestructura, otorga una buena alternativa para su aplicación en la generación de energía hidroeléctrica, por lo que se ha considerado para ese efecto el aprovechamiento del recurso, lo que permitiría hacer un uso de ese flujo de agua, obteniéndose un beneficio en las actividades del sector energético.

De esta forma, con la instalación de una central hidroeléctrica en el sitio se estaría aprovechando el gasto, con posibilidad de obtener una potencia de hasta 14.8 MW, dependiendo las condiciones de carga y gastos en la presa.

Por otro lado, se tendría la ventaja de que se aprovecharían en la construcción superficies que están asignadas a infraestructura de la presa, mismas que forman parte de la zona federal administrada por la Comisión Nacional del Agua. De esta manera, las afectaciones que en su caso se estarían dando, considerando el uso actual del suelo, se relacionarían básicamente a la instalación de la línea de transmisión, que como se podrá observar durante el desarrollo del presente estudio, principalmente se presenta en zonas previamente afectadas, predios agrícolas y áreas urbanas existentes.

En sí el proyecto se visualiza como una buena alternativa de aprovechamiento energético en la modalidad de autoabastecimiento, con un nivel bajo de afectación a las condiciones naturales como se ha podido experimentar para otros proyectos de equipamiento hidroeléctrico, ya que se estaría utilizando un embalse ya establecido, áreas previamente afectadas y los impactos que se generarían estarían representados básicamente por las actividades propias de la construcción, pudiéndose mitigar de forma satisfactoria con las medidas de prevención y mitigación que se exponen en el estudio. A su vez, se estaría beneficiando en forma importante y directa a la región, al aumentar la capacidad de flujo de energía en infraestructura de subtransmisión y distribución, toda vez que se estaría complementando con esto las acciones que La Federación tiene contempladas a través del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE).

De forma general el proyecto consiste en la generación de energía eléctrica en su modalidad de autoabastecimiento mediante la construcción, equipamiento y operación de una central hidroeléctrica con una potencia de diseño de 10.8 MW para una producción anual aproximada de 83.75 GWH; una subestación eléctrica que tendrá la función de elevar el voltaje de salida de la central a 115 KV, así como la instalación de una línea de subtransmisión de 115 KV, de doble circuito y longitud aproximada de 10.5 kilómetros, misma que partirá desde la subestación eléctrica del proyecto y se interconectará con la subestación eléctrica Benito Juárez de la CFE, que se ubica en la población de Sebastopol, punto situado en las coordenadas 18°02'00" LN y 96°10'08" LW

El uso del suelo actual que tiene asignado el área de instalación pretendida para la central hidroeléctrica y la subestación es de infraestructura hidráulica, por ser parte del área de protección de la zona federal en la presa Cerro de Oro. Para el caso de la línea de transmisión el trazo principalmente cruza predios agrícolas, pecuarios, zonas industriales y de asentamientos humanos.

II.1.2 Selección del sitio

En virtud de que la presa Cerro de Oro ya se encuentra construida, se consideró para la base de los criterios técnicos y económicos por un lado el utilizar áreas cercanas a infraestructura hidráulica que permitan la instalación del equipamiento hidroeléctrico y por otro, el aprovechar el gasto de agua de este embalse, que normalmente se descarga como excedente en la estructura de control y abasto del recurso a otros usuarios aguas abajo de la presa.

La presa Cerro de Oro cuenta con una descarga constante por su estructura de control hacia el río Santo Domingo y para efectos de generación hidroeléctrica es una buena alternativa de aprovechamiento, ya que se estaría utilizando ese flujo de agua de forma continua como se ha venido dando la descarga hasta ahora, con la diferencia de que la

conducción se haría por un túnel que llegaría a la central hidroeléctrica y descargaría el agua posteriormente hacia el antiguo cauce del arroyo La Sal, el cual se localiza en la margen derecha de la cortina. La descarga de agua una vez que sale de la casa de máquinas llevaría el curso del arroyo hasta unirse nuevamente con el río Santo Domingo, aproximadamente a 2 km aguas abajo de la cortina de la presa (ver esquemas [1](#) y [2](#) de las obras).

Esto representaría un beneficio importante y directo a la región puesto que la presencia de un voltaje generado en forma fija contribuye notablemente a la estabilización del voltaje en la región, lo que es benéfico para la operación de los equipos eléctricos de los hogares y talleres. Además, los municipios que decidieran incorporarse como socios consumidores, podrían contar con un abastecimiento para alumbrado público, con un ahorro considerable con respecto a su factura actual de consumo con la CFE.

Por otro lado, se consideró dentro de la selección la utilización de sitios cercanos a la cortina, ya que los terrenos han sido afectados previamente por la construcción de la presa Cerro de Oro, con lo que se estarían minimizando las afectaciones al medio al ocupar pequeñas áreas en terrenos que están asignados a la construcción y operación de infraestructura y que cuentan con servicios como son los caminos de acceso, energía eléctrica, agua y transporte de pasajeros. De igual forma, en la línea de transmisión se buscó contar con accesos existentes para suprimir la apertura de caminos y con un trazo lo más corto posible sobre predios agrícolas, derechos de vía, zonas industriales y otras áreas en donde se evite lo más posible vegetación forestal para minimizar las afectaciones.

Como se puede notar, la concentración de la infraestructura permitirá la minimización de impactos con la consecuente reducción de los costos de construcción, por tanto, la alternativa para el desarrollo del proyecto se considera que es aceptable para la conservación del medio ambiente.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

La central hidroeléctrica y su subestación se encontrarán inmediatamente aguas abajo del talud que conforma la cortina de la presa Miguel de la Madrid Hurtado "Cerro de Oro", en la sección derecha que une esta estructura con el cerro Santa Ursula y situando la descarga en el cauce del arroyo La Sal que tiene su origen a un costado de la cortina de la presa, esto, ubicado en la localidad de Paso Canoa, dentro del municipio de Tuxtepec, Estado de Oaxaca. Las coordenadas del proyecto son 17° 59' 50" de Latitud Norte y 96° 15' 19" de Longitud Oeste (ver [Carta topográfica](#)).

Las colindancias del área del proyecto son las siguientes:

Al norte se localiza parte de la banquetta de la cortina y el camino de acceso que comunica con la localidad de Los Reyes;

Al Sur se localiza el talud del cerro Santa Ursula y el antiguo acceso al banco de material que sirvió para la construcción de la cortina;

Al Este se encuentran el canal del arroyo La Sal, el camino de acceso a la localidad de Los Reyes y parte de lo que fue el antiguo banco de materiales para la construcción de la cortina.

Al Oeste se localiza el talud de la cortina y el embalse de la presa Cerro de Oro

La línea de transmisión tendrá su punto de inicio a un costado de las estructuras que conformarán la subestación eléctrica y finalizará en un punto de interconexión con la subestación Benito Juárez ubicada en la población de Sebastopol, correspondiente a la red de distribución de energía de la Comisión Federal de Electricidad.

Las coordenadas de trayectoria de la línea de transmisión son las siguientes:

Punto de referencia	Coordenadas Latitud Norte	Coordenadas Longitud Oeste
C.H. Cerro de Oro	17° 59' 50"	96° 15' 19"
P. I. 1	18° 01' 16"	96° 11' 49"
P. I. 2	18° 01' 40"	96° 11' 03"
Punto de interconexión S.E. B. Juárez	18° 02' 00"	96° 10' 08"

En los anexos se muestran [plano](#) de ubicación con coordenadas, [carta topográfica](#) y planos de obra [1](#), [2](#) y [3](#) con la ubicación del proyecto

II.1.4 Inversión requerida

Se tiene considerado para la inversión del proyecto un importe estimado en 29,614,000 dólares americanos, que convertidos a Pesos Mexicanos de acuerdo con el tipo de cambio de \$10.8450 publicado en el Diario Oficial de la Federación del día 6 de junio de 2007, correspondería a \$ 321,163,830.00. Los conceptos que se manejan para este importe son los siguientes:

Concepto	Importe Millones de Dólares
Obras civiles	9.062
Sistemas y Equipamiento eléctrico	8.633
Línea de transmisión e interruptores	2.900
Costos de desarrollo	2.810

Concepto	Importe Millones de Dólares
Costos financieros	4.114
Imprevistos y otros	1.895
Capacitación	0.200

El periodo de recuperación del capital podrá variar dependiendo las condiciones financieras y crediticias a las que esté sujeto el proyecto, así como a la producción de energía que se obtenga en la etapa de operación, por lo que se plantea un periodo de recuperación medio aproximado de 6 años.

Para cubrir las actividades relativas a las medidas de prevención y mitigación de impactos se tiene considerado dentro del concepto de imprevistos y otros con un porcentaje aproximado al 2% del costo de las obras, mismo que se estará condicionando a las empresas participantes dentro del costo de los contratos de obra, esto con el fin de asegurar el cabal cumplimiento tanto de las medidas previstas en el presente estudio como de las condicionantes que señale en su momento la autoridad.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

La superficie requerida para las obras comprende las áreas que serán ocupadas por las obras permanentes así como por las de carácter temporal, mismas que se desglosan de la siguiente manera:

Central hidroeléctrica y Subestación

Concepto	Superficie en m ²	Porcentaje
Superficie total de C.H. y S.E.	6,072	100
Trinchera para tubería a presión	255	4.20
Casa de máquinas (incluye canal de desfogue)	2,432	40.05
Subestación	1200	19.76
Acceso a la central	325	5.35
*Campamentos y estancias	510	8.40
*Talleres	500	8.24

ELECTRICIDAD DE ORIENTE, S. DE R.L. DE C.V.

Concepto	Superficie en m ²	Porcentaje
*Oficinas	250	4.12
Almacenes	600	9.88

*Superficies de ocupación temporal

Línea de transmisión

Concepto	Superficie en m ²	Porcentaje
Superficie total del trazo	262,552	100
Cimentación de torres (22)	1,408	0.54
Derecho de vía (25mx10.5 km)	261,144	99.46

Para la línea no se ocuparán superficies para talleres, almacenes y oficinas ya que se realizará el alquiler de inmuebles particulares.

Suma por grupo de superficies

Concepto	Superficie en m ²	% respecto al total del proyecto	Sup.m ² Afectación temporal	Sup. m ² Afectación permanente
C. Hidroeléctrica y Subestación	6,072	2.26	1,260	4,812
Línea de transmisión	262,552	97.74	*261,144	1,408
TOTAL DEL PROYECTO	268,624	100.00	262,404	6,220
			97.68%	2.32%

* El uso que se le dé al suelo en el derecho de vía de la línea no tendrá restricción, salvo construcciones que pudieran afectar la operación y seguridad de la línea, por lo que se está considerando como de afectación temporal.

En cuanto a las superficies a afectar por tipo de comunidad vegetal se presentan las siguientes:

Central hidroeléctrica y subestación

Tipo de superficie	Superficie en m ²	Porcentaje respecto a la superficie total del proyecto
Sin vegetación	575.00	0.21
*Arboladas	2,550.00	0.95
No arboladas (herbáceas y pastos)	2,947.00	1.10

*El área esta representada por vegetación secundaria, ya que antiguamente durante la construcción de la presa Cerro de Oro los predios fueron desmontados para ser utilizados en campamento y almacenes.

Línea de transmisión

Tipo de superficie	Superficie en m ²	Porcentaje respecto a la superficie total del proyecto
Sin vegetación	28,991.66	10.79
*Arboladas	85,347.90	31.77
**No arboladas (herbáceas y pastos)	148,212.50	55.17

*Superficies arboladas: Selva Media principalmente de vegetación secundaria (12,425 m²) y plantaciones agroforestales (71,591.65m²)

**Superficies No Arboladas: incluye áreas rurales, agrícolas y pecuarias.

Sobre las superficies arboladas dentro del trazo de la línea de transmisión que fueron señaladas en la tabla anterior y conforme a lo señalado por la autoridad para estar en condición de prever la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se tiene que el área donde se ubica el proyecto está catalogada como zona de producción con la clasificación de terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja, en la que se pretende afectar una superficie de 8-53-47 hectáreas, de las cuales, 1-24-25 ha corresponden a vegetación forestal natural y 7-15-91ha a monocultivos agroforestales.

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

El uso común o regular del suelo actualmente en el área prevista para la instalación de la central hidroeléctrica y de la subestación eléctrica es de infraestructura hidráulica, correspondiente a la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro), en el sitio aguas abajo de la cortina de la presa se localizan, la estructura de control y parte del antiguo cauce del río Santo Domingo en su margen izquierda y en su margen derecha, el cerro Santa Ursula, el antiguo camino de acceso al banco de materiales y el arroyo La Sal. Esta es una sección de la zona de protección de las instalaciones hidráulicas de la presa que es administrada por la Comisión Nacional del Agua y en ella se ubican pastos, herbáceas y manchones de vegetación secundaria. En las colindancias el uso de suelo es básicamente agrícola y pecuario, conformados los predios principalmente por potreros con pastizales, cultivos de maíz y caña y conforme aumenta la elevación del cerro Santa Ursula el suelo es forestal, con cierto grado de degradación por actividades pecuarias ([ver plano uso de suelo y vegetación](#)).

En cuanto a los usos de los cuerpos de agua, el vaso de la presa Cerro de Oro se utiliza para almacenamiento del recurso como obras de control de avenidas, y como vaso comunicante con la presa Miguel Alemán (Temascal) para aprovechamiento del recurso en la generación de energía eléctrica. Otros usos que se le han dado al embalse ha sido la extracción de productos pesqueros y actividades náuticas deportivas.

En el trazo de la línea de transmisión el uso del suelo actual en gran parte de los predios es agrícola, pecuario y rural, llegando a ser urbano como es el caso de las localidades de Santa Ursula, San Rafael y Sebastopol.

Aguas abajo de la presa, los usos que se le dan al cuerpo de agua denominado Río Santo Domingo desde la cortina de la presa hasta su unión con el Río Tonto son básicamente para dotación y descarga de aguas residuales de las zonas industriales que se localizan a lo largo de este tramo y para el uso en zonas agrícolas de las inmediaciones del río. En cuanto al arroyo La Sal, éste recibe los escurrimientos que se producen durante la temporada de lluvias así como parte de las filtraciones que se dan en la presa. Los principales giros en los predios industriales que se localizan en el área son relacionados con la fabricación de celulosa para papel, cerveza e ingenios azucareros, mientras que en los predios dedicados a la agricultura se presentan cultivos de caña, maíz y plantaciones de plátano y hule de donde se aprovechan sus frutos y se extrae látex principalmente.

Considerando para el caso la información de zonas de interés biológico en cuanto a Áreas Terrestres Prioritarias que maneja la CONABIO, el proyecto se ubica a una distancia aproximada de 40 kilómetros del extremo Poniente de la RTP 124 "Humedales del Papaloapan". A su vez el proyecto se ubica a una distancia aproximada de 25 kilómetros del extremo oriente de la RTP130 "Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe".

De las regiones hidrológicas prioritarias que maneja la CONABIO, el área del proyecto se encuentra a una distancia de 6 kilómetros al sur del polígono que conforma la RHP 78 "Presa Miguel Alemán-Cerro de Oro y también se localiza a una distancia de 16 kilómetros del extremo norponiente del polígono que conforma la RHP 79 "Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan".

Por otro lado, respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves que maneja la CONABIO, la ubicación del proyecto se localiza dentro del AICA SE-47 "Cerro de Oro".

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El sitio de ubicación de las obras cuenta con suministro de electricidad que proporciona energía a los equipos de compuertas en la estructura de control de la presa Cerro de Oro y a la localidad de Los Reyes, cuenta con dos caminos de acceso, uno a cada margen del río Santo Domingo y que comunican desde la presa hasta la población de Tuxtepec, a su vez, los caminos atraviesan por las localidades de Paso Canoa, Los Reyes, Santa Ursula, San Rafael, Piedra quemada, Sebastopol, Benito Juárez y Camelias.

Los servicios que se requerirán implementar temporalmente para la etapa de construcción serán los siguientes:

Agua Potable

El suministro de agua potable se realizará por medio de garrafones que serán adquiridos en la población de Tuxtepec y serán trasladados hasta la zona de obras para el suministro

y consumo en cada uno de los frentes de trabajo. El suministro se estará llevando a cabo cada semana dependiendo el stock de envases con que se cuenten en la obra.

Por otro lado, las localidades de Santa Ursula y Paso Canoas cuentan con el servicio, que es proporcionado a través de pozo y manantial. ([ver plano servicios agua potable](#))

Energía eléctrica

Considerando la capacidad de la línea de energía eléctrica que llega al sitio, se estará colocando una derivación hacia el área de campamento y oficinas con el fin de contar con el servicio, de llegarse a requerir, se estará colocando un transformador para mejorar el suministro y evitar sobrecargas que pudieran generar problemas en los interruptores de los equipos. Se contará además con generadores independientes que se estarán utilizando en algunos equipos durante los trabajos de construcción. . ([ver plano servicios electricidad](#))

Servicio de comunicación a distancia

Aunque las localidades cercanas cuentan con servicio telefónico con el que se puede satisfacer este requerimiento, se verificará en el área, la recepción de telefonía celular para estar en posibilidad de proporcionar el servicio dentro de la obra. De no llegar a ser factible su utilización, el servicio se proporcionará mediante equipos de recepción satelital, con lo que resolverá el requerimiento tanto para la etapa de construcción como en la de operación. ([ver plano servicios telefonía](#))

Drenaje

Las localidades de Santa Ursula y Paso Canoa cuentan con este servicio, sin embargo, se requerirá de servicios sanitarios para su uso por parte de los trabajadores de la obra, esto se ha considerado resolver mediante la instalación de fosas sépticas con el tratamiento y capacidad adecuados. Estas instalaciones contarán con el mantenimiento y estabilización de residuos en forma periódica para suprimir cualquier problema de contaminación. No se ha considerado la instalación de módulos sanitarios ya que en la región no se cuenta con compañías que ofrezcan el servicio hasta el sitio de la obra, imposibilitando el traslado regular de personal y equipo para el mantenimiento continuo de dichos módulos. ([ver plano servicios drenaje](#))

Suministro y traslado de insumos para la construcción

Se estará requiriendo el traslado de materiales de construcción hacia la obra, mismo que se solicitará a través de las organizaciones de transportistas que se encuentren en el área, así como con los propios proveedores que comercialicen los insumos requeridos en la obra.

Recolección y disposición de residuos sólidos domésticos

Se requerirá de la recolección y disposición de los residuos que se llegaran a generar en la obra, para esto, se tiene prevista la instalación de contenedores en la obra y se ha considerado su traslado al sitio de disposición con una periodicidad máxima de una semana para evitar que se acumulen en las áreas de construcción, campamentos y oficinas. Por otro lado, se verificó la ubicación de los sitios de disposición con que cuenta el Municipio de Tuxtepec, mismo que se localiza en la colonia Obrera, específicamente en el parque industrial de Tuxtepec. Para el efecto se realizarán los trámites necesarios ante la Dirección de Servicios Básicos que es autoridad municipal encargada de estos aspectos, a fin de pagar los derechos respectivos y cubrir esta necesidad. ([ver mapa infraestructura y servicios disp. residuos](#))

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la instalación de una central hidroeléctrica con una potencia de diseño de 10.8MW, una subestación eléctrica que servirá para elevar el voltaje de salida de la central hidroeléctrica a 115 KV y una línea de transmisión eléctrica de doble circuito con una longitud aproximada de 10.5 kilómetros y derecho de vía de 25 metros, que permitirá transferir la energía a la red de distribución nacional operada por la Comisión Federal de Electricidad.

II.2.1 Programa general de trabajo

En la sección de anexos del capítulo VIII se presentan los [diagramas](#) y [programas calendarizados](#) que muestran las actividades en las distintas etapas del proyecto.

II.2.2 Preparación del sitio

Despalmes

Para la preparación de las áreas en donde se realizarán excavaciones para la instalación de la casa de máquinas y la tubería de presión se requerirá la eliminación de la cubierta vegetal y de la capa de suelo que cubren actualmente esas superficies, para esto se procederá a la eliminación del material mediante equipo ligero y herramientas manuales, se retirará este material y se trasladará al sitio previsto para el tiro de rezaga con el fin de que la superficie del terreno quede visible para marcar con cal el trazo de las excavaciones, una vez que se ha realizado esta operación y que se tienen bien definidas las poligonales en el predio, se procederá a la extracción del material rocoso.

El volumen de vegetación eliminada que se prevé obtener estará en el orden de los 40 m³ considerando el abundamiento que se obtiene al momento de hacer el apilamiento y acarreo del material. El tipo de material estará compuesto principalmente por pastos, herbáceas y arbustos.

La capa de suelo vegetal, principalmente arcilla que se estará eliminando, en la mayor parte de las secciones es delgada, ya que el sitio como se ha explicado anteriormente es una sección próxima a la cortina de la presa, en donde con anterioridad se efectuaron obras y se presentan afloramientos de roca caliza con espesores muy delgados de suelo. Considerando un espesor medio de 10 cm que forma la capa de suelo y una superficie de afectación permanente calculada en 4,812 m² se estará obteniendo un volumen aproximado de este material del orden de los 481.2 m³, mismos que serán trasladados al sitio de disposición de rezaga para que en su momento se conforme y sirva como cubierta del material rocoso en el bordo del canal de descarga y se produzca un renuevo de vegetación en corto plazo.

Para las actividades en el trazo de la línea de transmisión se procederá en primer lugar al marcaje del eje del trazo de la línea y del área asignada para el derecho de vía. Posteriormente se verificarán los sitios próximos al área de obras que por sus características tuvieran riesgo de afectación, ya sea por su inclinación o por el tipo de maniobra a ejecutar; de acuerdo a esto se realizará el corte de los árboles a remover en secciones, para que los troncos no caigan y afecten superficies fuera del derecho de vía designado.

Se realizará el desmonte en los sitios que así se requiera, considerando el ataque por tramos e iniciando desde el centro del trazo para terminar con los extremos, se hará el derribo direccional hacia el eje del derecho de vía, sin afectar más allá de la franja que fue asignada. Se efectuará por otro lado el troceo de ramas y el producto resultante se depositará preferentemente dentro del área del derecho de vía para que sirva como protección del suelo y se integre como materia orgánica al suelo. Esta actividad aplicará en función de los requerimientos y condiciones que señalen la autoridad y los propietarios de los predios para el manejo y/o aprovechamiento del material resultante.

Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones:

Como se explicó arriba, el material resultante del despalme se ocupará en el sitio de disposición de rezaga que se localizará inmediatamente aguas abajo de la cortina de la presa, para que una vez que se finalicen los trabajos de excavación en roca se conforme el material y se logre obtener un renuevo de vegetación en el sitio en corto plazo.

Ahora bien, se requerirá la excavación de los sitios en donde se ubicarán la tubería de presión, el edificio de casa de máquinas y su canal de desfogue, así como en el túnel y su obra de toma, en donde se estará atacando básicamente material rocoso que se irá extrayendo paulatinamente y que servirá para conformar y nivelar la plataforma en donde estará la subestación. La excavación se estará realizando básicamente mediante retroexcavadora con los aditamentos especiales para perforación, que permitirá abrir la zanja donde se alojará la tubería de presión, así como explosivos, perforadoras neumáticas y cargador frontal que serán utilizados para la realización del túnel.

La estabilización de los taludes en donde se realizará la excavación estará supeditada a la fragmentación que presente el material durante los trabajos. En los sitios que sea requerida dicha estabilización se procederá a el hincado de varillas en las paredes del talud, y en los sitios en donde se llegue a localizar material fracturado en exceso, se colocará el anclaje respectivo y malla de acero a la que se le aplicará una capa de concreto lanzado para consolidar el material.

Por otro lado, las secciones en la parte superior de los taludes tanto en la salida del túnel como en las orillas del terreno en donde estará alojada la tubería de presión y el propio edificio de la casa de máquinas, contarán con canaletas para el desvío de aguas pluviales que serán dirigidas al cauce del arroyo La Sal, esto para evitar encharcamientos y problemas de erosión en las paredes de los taludes en tanto se realiza el encoframiento de la tubería.

Para la nivelación del terreno donde se estará alojando la subestación, se ocupará el material producto de las excavaciones mencionadas arriba, de esta forma, se estará evitando por un lado trasladar el material fuera del predio y por otro suprimir la apertura o uso de bancos de material, así se eliminarán y reducirán de forma importante impactos que se pudieran estar generando por afectación a superficies y por el uso de transportes en distancias largas para el acarreo del material. De acuerdo a lo señalado, el procedimiento para la nivelación del terreno consistirá primero en la fragmentación y extracción del material en el sitio de excavación, para que una vez que se obtenga el volumen suficiente, se realice su traslado ya sea por medio del cargador frontal o en un camión de volteo hasta el sitio de tiro de rezaga. Una vez en el sitio de tiro se acomodará y nivelará el material mediante maquinaria y se irá conformando capa por capa auxiliándose con una motoconformadora y un rodillo compactador.

El volumen de material que se obtendrá como producto de las excavaciones en las obras que componen el túnel, su obra de toma, la trinchera de la tubería a presión, la casa de máquinas y su canal de desfogue se calcula en un aproximado de 66,000 m³, que estará compuesto principalmente por material rocoso de calizas y arcilla.

Los trabajos que se estarán desarrollando para el arroyo La Sal consistirán básicamente en el desazolve donde actualmente se presentan remansamientos de agua y la excavación en dos secciones del tramo para rectificar y alcanzar el nivel de plantilla deseado para el proyecto, esto se realizará mediante retroexcavadora y el material resultante será depositado en las márgenes más bajas del arroyo para evitar por un lado que se haga el traslado de vehículos de carga a sitios fuera del área de los trabajos y por otro, ofrecer un perfil más uniforme del canal. La longitud que se prevé rectificar dentro del cauce del arroyo en la primera de dichas secciones estará en el orden de los 200 metros, tendrá un talud de 1:1 y una profundidad promedio de 1.0 metro; para la segunda sección se estará requiriendo la rectificación en una longitud aproximada de 700 metros, talud de 1:1 y profundidad promedio de 2.5 metros. El ancho de plantilla que se tiene contemplado en las secciones a rectificar estará entre los 10 y 12 metros, por lo que tentativamente se obtendrá un volumen de material de 16,901 m³, compuesto principalmente por suelo arcilloso, boleos y roca caliza fracturada. El material resultante, como se señaló arriba, se estará depositando en capas y conformado para obtener un bordo de baja altura, con lo que se obtendrá un rebrote de vegetación en corto tiempo.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Campamentos

Se buscará la posibilidad de alquilar casas habitación en los poblados de Paso Canoa, Los Reyes, Santa Ursula, Benito Juárez o en caso extremo Tuxtepec, para evitar la

instalación de campamentos en el sitio puesto que la mayor parte del personal a contratar será de las localidades cercanas y exclusivamente se requerirá el alojamiento para el personal foráneo, por tanto no se pretenden habilitar estas obras provisionales, sin embargo, en la eventualidad de no localizar infraestructura adecuada para el hospedaje o verse inconvenientes en el traslado del personal, se requerirá la instalación de módulos. Para esto, se ha considerado la instalación de los denominados trailers o casas rodantes y módulos de multypanel® que sean fácilmente armados al inicio y desmontados al término de las obras. Se están considerando tres casas rodantes en una superficie de 10 x 10m cada una, así como una superficie de 210 m² en donde se alojarían tres módulos de multypanel. Estas superficies incluyen el espacio correspondiente a los accesos y estacionamiento de vehículos. ([ver esquema de obras 1](#))

Talleres

Se pretenden habilitar 3 talleres para la preparación de materiales e insumos que serán utilizados durante la construcción de la casa de máquinas y de la subestación. Se requerirá un taller para trabajos metálicos y pailería en donde se utilizará una superficie aproximada de 250 m² principalmente para el manejo de los tramos de tubería, además, se requerirán 2 talleres con dimensiones aproximadas de 12.5 x 10 m en donde se estarán realizando los trabajos de reparación de equipos mecánicos, eléctricos y servicios generales. Las estructuras que se instalarán serán sencillas, colocando preferentemente lonas o techumbres simples afianzadas a tubos que estarán enterrados formando rectángulos; el piso se preparará con arcilla compactada o en su defecto con firmes de concreto para retener derrames de contaminantes al suelo. La temporalidad de estos talleres aplicará solo en la etapa de construcción ya que al término de las obras se realizará su retiro para que las superficies vuelvan a quedar libres.

Almacenes

Se requerirá el alojamiento temporal de materiales para la realización de las obras civiles y electromecánicas. Para esto se ha considerado la utilización de una superficie de 600 m² en donde se colocarán aproximadamente cuatro contenedores como los utilizados para embarque ferroviario y que fungirán como almacenes temporales, a su vez, se habilitará un almacén con techo de lámina y cercado de malla perimetral que servirá para el resguardo de insumos, equipos y otros materiales de uso constante. Con esta acción se busca disminuir la afectación del suelo, ya que no se estarán haciendo preparaciones especiales para la colocación de los contenedores, únicamente se estarán asentando en el piso y ahí se mantendrán hasta el término de la obra; una vez que se finalicen los trabajos, se procederá a recoger los contenedores y se retirarán fuera de las obras para dejar libre la superficie. Cabe mencionar que los contenedores ofrecen la ventaja de que al estar sellados en su interior se evita cualquier contaminación al suelo en el sitio, si se llegara a suceder algún derrame accidental de sustancias líquidas o sólidas estas quedarían retenidas en el contenedor.

Por otro lado, en el sitio se tiene prevista la preparación de una superficie de 10m² en donde se construirá mediante perfiles y lámina metálicos un almacén para el resguardo de aceites gastados y materiales sólidos como estopas y trapos producto del mantenimiento del equipo y maquinaria de construcción, en tanto son enviados a su reciclaje o destino final con empresas autorizadas. De acuerdo a lo estipulado por la legislación en la materia, se preparará el piso a manera de que sea impermeable y con la integración de

una fosa para captación de derrames accidentales, así mismo se estará conformando un sardinel o dique alrededor de la base del almacén para evitar, ya sean fuga de contaminantes al exterior o filtraciones de aguas pluviales al interior del almacén. En la hechura del almacén se prevé el venteo en la parte superior de las paredes así como la instalación de los respectivos materiales y equipos auxiliares para el control de incendios como son: extinguidor y contenedor de arena. En cuanto a la temporalidad de este almacén de residuos y su funcionalidad, se analizará la posibilidad de que además de la etapa de construcción siga utilizándose en la etapa de operación, toda vez que se efectuarán las adecuaciones y mejoras pertinentes.

Oficinas

Como parte de las instalaciones temporales, se prevé la ocupación de un área de 250 m² en donde se realizará la instalación al igual que lo señalado para los campamentos, de trailers o casas rodantes, y de llegarse a requerir, se estarán colocando en su lugar 3 módulos de multypanel® con el área necesaria para el acceso del personal y estacionamiento de vehículos.

Superficies para reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo

Dentro de las áreas planteadas para talleres se asignará una superficie a las actividades de mantenimiento de la maquinaria, integradas básicamente por labores preventivas como cambios de aceite y reparaciones menores. Las superficie en donde se ubicarán las unidades a reparar estará preparada de la siguiente manera: se aplicará una primera capa de arcilla que estará compactada y se le colocará una cubierta con lienzos de plástico; una vez que se tenga así preparado, se aplicará una nueva capa de arcilla que se compactará nuevamente hasta alcanzar un espesor aproximado de 10 cm. Se realizará una pequeña canaleta alrededor del área para desalojar el agua que pudiera escurrir en el terreno durante las precipitaciones pluviales, y se colocará como cubierta o techo una lona de mayor tamaño a la superficie preparada para evitar que la lluvia humedezca el sitio y arrastre los posibles derrames que llegaran a suceder. Dependiendo la concentración de contaminantes que llegara a tener la capa de arcilla compactada, se procederá a su recolección y se cambiaría por una nueva, la que fuera recolectada será acumulada en tambos o similares para su envío a tratamiento o disposición final con empresas autorizadas. Cabe aclarar que para las reparaciones mayores de maquinaria y equipo se realizará el envío de las unidades a la población de Tuxtepec ubicada a 20 km del proyecto.

II.2.4 Etapa de construcción

Las obras de contención (cortina y estructuras de control de la presa) ya se encuentran construidas y en operación, mismas que corresponden a la infraestructura de la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro) y que a continuación se exponen sus características a fin de proporcionar los datos y especificaciones de estas obras.

Cortina de la presa (construida y en operación)

La cortina de la presa es de materiales graduados, con una altura máxima de 70 m desde su desplante hasta la corona; su longitud medida sobre el eje de la corona es de 1,670 m y su ancho en la base es de 400 m, el cual se va reduciendo hasta quedar en 10 m en la corona. La distribución de los materiales utilizados en su construcción fue: arcilla en corazón impermeable, grava arena en filtros, roca rezaga en respaldos y finalmente roca en paramentos. Cabe mencionar que para la preparación del corazón de la cortina, se excavó una trinchera hasta la elevación 4.0 msnm, que permitiría obtener un máximo de impermeabilidad.

Estructura de control (construida y en operación)

La estructura de control esta constituida por una estructura vertedora tipo Creager con gasto de diseño de $25,983\text{m}^3/\text{s}$ por segundo, en donde se distribuyen nueve compuertas radiales que descargan a tres túneles de 12 m de diámetro y una longitud de 450 m. Estos túneles tienen su descarga a través de un canal rectangular que tiene una longitud aproximada de 150 m y que se ubica sobre la margen izquierda del antiguo cauce del río Santo Domingo

Capacidades

El embalse de la presa tiene una capacidad al NAME de 5290 millones de metros cúbicos con elevación de 72.80msnm, su elevación al NAMO es de 67.70msnm y una capacidad de 2500 millones de m^3 y la elevación al NAMINO es de 55 msnm con una capacidad de 1000 millones de m^3 . La altura de la cortina considerando el lecho del cauce (20.0msnm) es de 55.6 m.

A continuación se exponen las obras por construir que componen el Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro y sus características:

Central Hidroeléctrica ([ver plano de obras 1](#))

Obra de toma

Consistirá en una estructura abocinada de concreto reforzado de 1.70 m de longitud con sección interior de 3.50 m de ancho x 4.00 m de altura más 1.00 m de bocina perimetral en su entrada; el eje de la bocatoma estará a la elevación 47.00 m.

Además se construirá una plantilla de concreto de 4.00 m de longitud al frente de la bocatoma y se instalarán rejillas metálicas para proteger a la turbina hidráulica de obstrucciones que impidan su correcto funcionamiento.

Túnel de conducción

El túnel de conducción tendrá una longitud aproximada de 290 metros en el que se aplicarán inyecciones de contacto para lograr una mejor consolidación del material y su

impermeabilización. Constará de 3 Tramos; los dos primeros revestidos de concreto reforzado y el último con tubería metálica empacada en concreto simple.

El Tramo N° 1 será de sección rectangular con revestimiento de concreto de 3.50 m x 4.00 m interiores. Su inicio será inmediatamente después de la obra de toma y terminará en el paño posterior de una lumbrera, donde se ubicará la compuerta de protección.

La lumbrera se ubicará a 25.00 m de la bocatoma y tendrá una sección de excavación de 5.50 m x 2.80 m y un revestimiento de concreto para formar el vano de la compuerta y alojar los ductos de ventilación, las partes fijas y sus guías. Al final del Tramo se hará una transición de 5.70 m. de longitud donde pasará de la sección rectangular a la sección portal del Tramo N° 2.

El Tramo N° 2 tendrá una sección portal en excavación, revestimiento de concreto con dimensiones interiores de 4.00 m x 4.00 m y una longitud de 195.00 m con una pendiente de 0.0277 hasta la galería inferior de la cortina y de 0.052 hasta el portal de salida del túnel.

El Tramo N° 3 iniciará mediante una transición de la sección portal a una sección circular blindada con longitud de 5.70 m y tendrá la misma pendiente de 0.052 de este Tramo. La sección blindada tendrá 35.00 m de longitud y 3.70 m de diámetro interior a partir del portal de salida del túnel; esta tubería se alojará en una sección portal de 4.00 m x 4.00 m y será empacada con concreto simple.

Tubería de presión

El tramo de tubería a presión exterior que tendrá una longitud de 40 m, se encuentra delimitado por el Tramo N° 3, (portal de salida) y la Casa de Máquinas. Este tramo se desplantará en una zanja que se excavará para tal efecto, colocándose la tubería metálica, la cual llevará dos codos verticales, así como dos atraques y el tramo inclinado de tubería revestido de concreto. En la entrada a la Casa de Máquinas llevará una reducción para conectarse a la válvula de mariposa que se instalará antes de la entrada a la turbina.

Edificio de Casa de Máquinas ([ver plano obras 2](#))

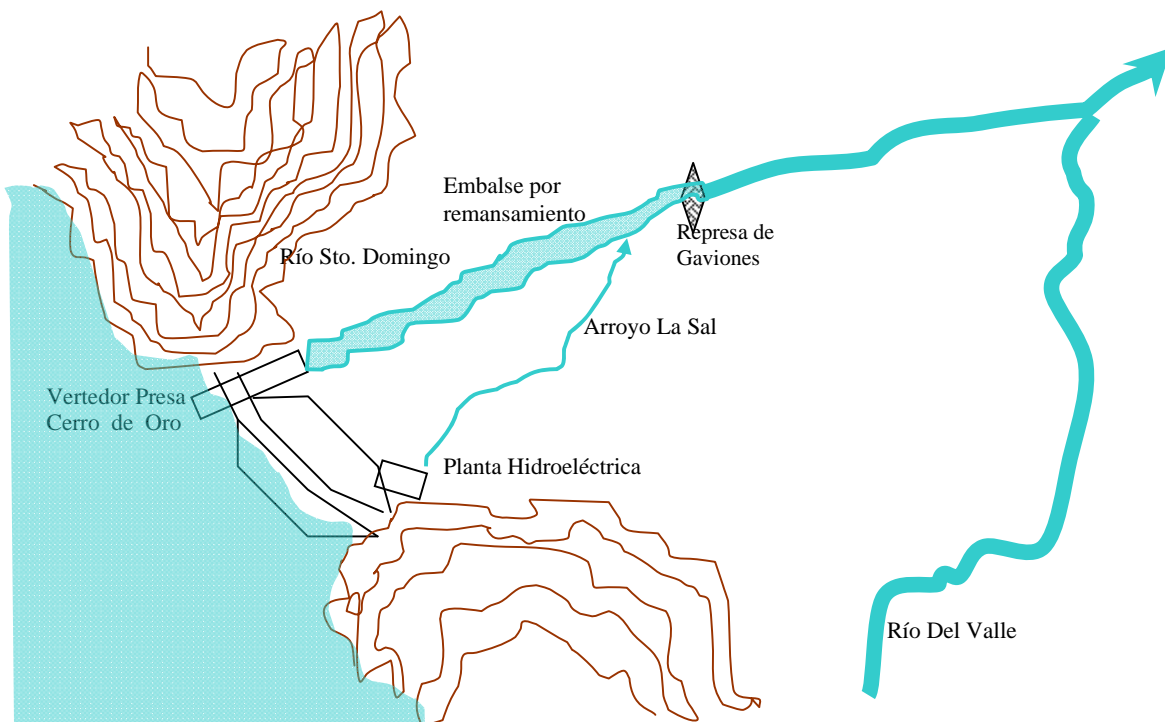
Se proyectó un edificio de concreto reforzado con vigas metálicas en el techo y en la trabe - carril de la grúa viajera, desplantado a la Elev. 16.00 m y con el techo a la Elev. 49.25 m. El cuerpo principal de este edificio tendrá un ancho de 15.00 m y una longitud de 25.00 m.

Las dimensiones de la Casa de Máquinas en su momento serán revisadas y definidas por el Contratista de la ejecución del equipamiento electromecánico y de las obras civiles, ya que están sujetas a las dimensiones particulares de cada fabricante y a los criterios propios del Contratista para la ubicación de los equipos dentro de la Casa de Máquinas

Canal de desfogue

Para restituir el agua al arroyo La Sal se ha considerado a la salida del tubo de aspiración de la turbina, un tanque revestido de concreto de 55.30 m de longitud y de 16.00 m de altura que permitirá descargar el agua turbinada a la Elev. 26.00 m mediante una sección de control; inmediatamente después de este tanque se proyectó un canal, excavado a cielo abierto, de 17.00 m de ancho y 50 m de longitud. ([ver plano de obras 3](#))

Por otro lado, la integración del flujo de agua del arroyo La Sal al río Santo Domingo se estará realizando a través de un muro de gaviones, que será colocado en el cauce del río Santo Domingo inmediatamente después de la confluencia. Esta obra tendrá la función de distribuir la descarga proveniente del arroyo y mantener un nivel de agua constante en el tramo comprendido entre la estructura de descarga de la presa y la confluencia del arroyo La Sal en el río Santo Domingo, conservando así las condiciones ambientales. La represa en la sección del Santo Domingo se construirá en tres niveles que darán una altura máxima de 2 m y un ancho de 84 m, esta altura en el muro de gaviones estará evitando que en caso de ocurrir una descarga en el vertedor de la presa, el agua ingrese al cauce del arroyo regresando el agua hacia la casa de máquinas.



En la construcción, por el nivel de agua que pudiera existir en el arroyo principalmente en la temporada lluviosa, se colocará una pequeña ataguía en el extremo final del canal de descarga, estará hecha con el mismo material producto de la excavación del canal y al

finalizar los trabajos de construcción se recuperará para utilizarlo como parte del bordo del encauzamiento.

Camino de acceso

Aunque el camino al sitio ya existe, se requerirá realizar la derivación respectiva y definitiva hacia la casa de máquinas y la subestación para no interrumpir el tránsito hacia la cortina de la presa durante la etapa de operación. Esta obra consistirá en la conformación del acceso que llega de la localidad de los Reyes, acondicionando una curva que rodeará la subestación y llegará hasta el sitio en donde estará instalado el edificio de casa de máquinas. El acceso será preferentemente de terracería tratada, sin aplicación de cubierta asfáltica para permitir la absorción de humedad en el suelo, tendrá un ancho de 5 m y una longitud de 50 m y contará con sus respectivas cunetas y alcantarillas para el control y desvío de escurrimientos.

Equipamiento electromecánico

Se instalará una turbina tipo "Francis" con las siguientes características:

Potencia de diseño	10.8 MW	Gasto de diseño	40.00 m ³ /s
Potencia mínima	8.6 MW	Gasto mínimo	37.30 m ³ /s
Potencia máxima	14.8 MW	Gasto máximo	50.00 m ³ /s

Rodete

Tipo Francis (fundido en una sola pieza de acero inoxidable así como álabes móviles y anillo de descarga según norma ASTM-A743CA6NM)

Válvula de admisión

Se instalará una válvula de mariposa que permitirá regular el gasto de entrada a la turbina así como para dar mantenimiento al grupo turbina generador y evitar el desgaste de las piezas del distribuidor de la turbina y filtraciones en los álabes cuando la turbina esté sin funcionar. Contará con junta deslizante, by pass, válvula de aireación, servomotores hidráulicos, contrapeso de cierre y tableros eléctricos para su operación.

Generador

El generador será trifásico de eje vertical accionado por la turbina, con velocidad nominal de 200rpm, una tensión nominal de 13.8KV a 60 Hz y potencia nominal de 15,331KVA.

Transformador de potencia

Contará con un transformador trifásico de 16MVA aislamiento en aceite, de dos arrollamientos para montaje a la intemperie con frecuencia nominal de 60 Hz; Tensión Nominal en su devanado de alta tensión H 115,000 V y en su devanado baja tensión X 13,800 V.; conexión en estrella en su devanado de alta tensión y conexión delta en su devanado de baja tensión.

Sistema de control

La central contará con un sistema de control que permitirá realizar el arranque local tanto desde el tablero de respaldo como del controlador lógico programable de unidad automático, o en su caso el arranque remoto desde la sala de monitoreo en forma automática.

El sistema estará compuesto por dos controles autómatas basados en PLC, el primero se encargará de la unidad de generación y el segundo de los servicios auxiliares de la central y de la subestación. Contará con un tablero de respaldo manual con lógica cableada y su respectiva estación de control con CPU y periféricos de apoyo. El sistema incluirá el equipo de programación, registradores de fallas y eventos.

Planta de emergencia

Esta planta estará compuesta por un motor diesel acoplado a un alternador con excitación de tipo indirecto y regulador automático de tensión de 25kVA, 60Hz, 480 V 3 fases y tendrá la función de asegurar la alimentación eléctrica para los servicios propios de la planta y de los servicios auxiliares.

Subestación eléctrica

Estará alojada en una plataforma que será conformada con parte del material de excavación ocupando una superficie aproximada de 700 m², ubicándola a un costado del edificio de la casa de máquinas.

Se construirá una subestación de tipo convencional que tendrá la función de elevar el voltaje que llegará de la central hidroeléctrica de 13.8KV a 115 KV y que será dirigido a la línea de transmisión que forma parte del proyecto y el control de la misma estará siendo realizado desde la central hidroeléctrica.

Los elementos que constituyen el equipamiento de la subestación estarán representados por los siguientes:

Interruptores de potencia

Contará con 2 interruptores de potencia tipo montaje estructural y clase intemperie, corriente nominal de 1250 Amp. y frecuencia de 60 Hz. Los interruptores serán tripolares con medio de extinción a gas Hexafloruro de Azufre SF6 para un sistema de 115,000V.

Cuchillas desconectadoras

Contará con cuchillas desconectadoras tipo aro de apertura vertical y montaje a la intemperie, de las cuales, 3 serán sin cuchilla y mecanismos de puesta a tierra, una con cuchillas y mecanismos de puesta a tierra y 4 tripolares sin y con cuchilla y mecanismos de puesta a tierra; 123 KV y 1250 Amp de tensión y corriente nominales respectivamente.

Transformadores de corriente y de potencial inductivos

Se requerirán 6 transformadores de corriente tipo devanado, servicio intemperie y tensión nominal de sistema 115 KV, relación de transformación 200: 5/5/5/5/A, montaje sobre columna soporte

A su vez se requerirán 4 transformadores de potencial inductivo y capacitivo, servicio a intemperie, tensión nominal del sistema 115 KV, relación de transformación 600/1000:1, montaje sobre columna soporte, conexión estrella y 200VA de carga total simultanea en devanados secundarios

Apartarrayos Oxido de Zinc

Se colocarán seis apartarrayos tipo estación de Oxido de Zinc, tensión de designación 96 KV, para un sistema de 115 KV y servicio intemperie para una tensión nominal de 96KV rcm, con nivel de protección de sobretensión transitoria de maniobra en interruptor de onda de 3000 Amp 182-189 KV Cresta y nivel de protección frente de onda de impulso 230-307 KV Cresta.

Sistema de tierras

La subestación contará con elementos necesarios para complemento de la estructura de cimentación, a través del sistema de tierras que estará compuesto por una serie de electrodos o varillas de cobre (cooperweld) que serán enterrados a la profundidad necesaria para suprimir la resistividad de la instalación a tierra, a su vez será instalada una red o malla de conductores enterrados, a través de los cuales se hará la conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo mediante conectores a compresión y soldables. El cable que formará el perímetro exterior de la malla estará dispuesto de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación. La malla estará constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciado adecuado a la resistividad del terreno formando retículas. Los cables que formarán la red se colocarán a lo largo de las hileras de estructuras o equipo, para facilitar la conexión a los mismos, en cada cruce de conductores de la malla, se realizará la unión rígida entre ellos y en los puntos adecuados se conectarán a electrodos de tierra con longitud mínima de 2.40 m, clavados verticalmente con sus respectivos registros considerando los vértices de la malla.

La subestación contará con un cercado de malla ciclónica soportada en tubos galvanizados de 2.00 m de altura en la totalidad del perímetro con un acceso para personal, y distancia mínima a equipos de 4.00 m.

Línea de transmisión

La línea tendrá una longitud de 10.5 kilómetros y un derecho de vía de 25 metros, doble circuito y un conductor por fase. Tendrá su inicio en la subestación del proyecto y se interconectará con la Subestación Benito Juárez en la población de Sebastopol. Estará soportada a través de un número aproximado de 22 torres y tendrá una capacidad de transmisión de 115,000 V., la superficie que ocupará la cimentación en cada una de las torres se encuentra en el orden de 64m² considerando los datos de concreto que constituyen la base de la estructura. La línea estará compuesta por los siguientes elementos:

Conductor de aluminio con alma de acero Tipo 695 KCM, ACSR.
Cable de guarda Tipo7#8 AAS de acero galvanizado.
Aisladores de vidrio templado Tipo U70 BS, U70 BL.
Cadenas de suspensión sencilla 115 KV, Acero aleación aluminio.
Cadenas de amarre sencilla 115 KV, Acero aleación aluminio
Estructuras de soporte (torres) Tipos TAS2P, TAR2P30
Zapatatas de cimentación aisladas
Sistema de tierras con varilla 5/8 y cable cooperweld N° 2
Acero extragalvanizado para conformación de estructuras en torres

La protección catódica que se tiene contemplada dependiendo de los resultados de resistividad del suelo en el área, se realizará a través de la instalación de ánodos de aluminio y varilla Copperweld aplicando soldaduras Cadwell en las uniones de las estructuras a proteger. El cableado anódico y catódico será de doble forro de polietileno negro de alto peso molecular tipo HMWPE.

El manejo que se dará a la vegetación de acuerdo a la etapa del proyecto considerará lo siguiente:

Para la etapa de construcción en las áreas forestales se realizará la eliminación de la vegetación arbórea y arbustiva en las secciones en donde serán colocadas las estructuras de cimentación de las torres, además se estará eliminando el arbolado que por sus características de desarrollo sobrepase la altura de seguridad dentro del derecho de vía, considerando para esto la sección baja del arco que forma el cableado ya instalado. La eliminación de la vegetación se pretende realizar desde el eje del derecho de vía hacia las orillas y del punto intermedio del tramo hacia los extremos, para que la dirección del derribo ocurra solo dentro de la franja prevista y se evite la afectación a la vegetación en las superficies aledañas. Se considera la realización de la actividad de esta forma, puesto que no se busca un aprovechamiento de la vegetación, y el troceo y picado del material obtenido se podrá alojar en el sitio sin que se realicen traslados fuera del área de los trabajos, lo que proporciona una protección adicional al suelo del sitio.

Para la etapa de operación, se estará realizando la verificación del crecimiento de vegetación en las áreas de riesgo principalmente y se efectuarán las podas necesarias en el derecho de vía, esto, al igual que en la etapa de construcción tomará en cuenta la

eliminación únicamente de individuos arbóreos que por su crecimiento pudieran afectar la operación de la línea, permitiendo el desarrollo de la vegetación herbácea. Considerando la humedad y el rápido desarrollo de vegetación como enredaderas y trepadoras en el área de ubicación del proyecto, se estará efectuando la corta a matarrasa en el área de ubicación de las torres y en las secciones en el derecho de vía donde el arco de la línea alcanza sus puntos más bajos con respecto a la elevación de la topografía del terreno.

Proceso constructivo

Túnel de conducción

La construcción de la conducción a presión se iniciará con los tratamientos de la roca necesarios y con una pantalla de inyecciones de impermeabilización perimetral a la lumbrera de compuerta, enseguida se excavará y revestirá la lumbrera con las partes fijas para la compuerta y se iniciará la excavación del Tramo N° 1 del túnel.

En la segunda etapa se excavará la zona frontal de roca que queda sobre la obra de toma hasta llegar a una plataforma, aproximadamente, a la elevación 56.00 m y se hará un recinto hasta llegar a la elevación 43.00 m para construir en seco la obra de toma e instalar las rejillas metálicas de la misma; en caso necesario se colocará sobre la plataforma a elevación 56.00 m una ataguía que permita disponer de un tiempo mayor para la construcción de la obra de toma según los niveles del agua que se presenten en el embalse. En esta etapa se hará también el revestimiento de concreto del Tramo N° 1 de conducción y los tratamientos de los taludes del canal de llamada de la obra de toma.

La tercera etapa consistirá en retirar el tapón de roca al frente del canal de llamada de la obra de toma para permitir el paso del agua del embalse hasta la parte posterior de la lumbrera y se instalará la compuerta que permitirá dar seguridad al resto de las obras.

En la cuarta etapa se construirá el túnel de conducción, iniciando por el portal existente de la galería de inspección y continuando, hacia aguas arriba, hasta llegar a la lumbrera de la compuerta. El cruce del túnel sobre la galería de inspección se hará con las precauciones necesarias, sin uso de explosivos y reforzando la zona con una pantalla de inyecciones.

Casa de máquinas y subestación

Se efectuará la excavación en la trinchera de la tubería a presión, atacando desde el extremo más bajo del terreno mediante retroexcavadora con martillo rompedor y apoyada con un cargador frontal para la extracción del material.

Se continuará con la conformación de la trinchera y el portal de entrada al túnel para alojar la tubería a presión y la plataforma general a la cota donde termina la parte subterránea del edificio de la casa de máquinas. Conforme vaya avanzando la preparación de esta sección y su acceso, se procederá a la excavación de casa de máquinas hasta la cota de la base de cimentación así como de su tanque de contrapresión.

Se seguirá con las tareas de excavaciones del canal más allá del tanque de contrapresión así como las actividades paralelas de construcción de una atagüa aguas abajo de la entrega del canal que a su vez servirá posteriormente como bordo del canal de desfogue.

Se realizarán los armados de varilla y se aplicarán los colados de concreto correspondientes a la cimentación general del edificio de la Casa de Máquinas, pozo de drenaje y muros para permitir el trabajo de montaje y encofrado de los elementos del codo y tubo de aspiración y se procederá al relleno de las cavidades alrededor para facilitar los siguientes trabajos de colados de concreto en las secciones superiores .

Se efectuarán los colados de concreto en asiento y anclaje del ingreso de la tubería a presión, así como de la sección terminal del tubo para proceder con el montaje del tramo final del tubo y “cerrar” el edificio.

Seguirá el colado de concreto del tanque de contrapresión que incluyen cimientos, muro central, laterales y rampa, momento en el que se montará el codo de aspiración. Con esto se aplicará el colado de concreto de embebido del codo y tubo de aspiración, así como los trabajos previos de enfierrados, encofrados, etc.

Una vez que se obtenga la altura definitiva de la plantilla del canal de descarga, se iniciarán los trabajos para el arroyo La Sal en donde de acuerdo al perfil topográfico se extraerá el azolve en los puntos del cauce donde existen remansamientos de agua, mientras tanto, se iniciarán los trabajos de desazolve y reacondicionamiento de la plantilla en los dos tramos donde el perfil alcanza su mayor altura y se avanzará la excavación dentro del mismo cauce del arroyo para afinar a la vez los taludes y dar la proporción de inclinación que marca el proyecto. Conforme se realice la excavación, el material se estará depositando en la orilla del canal y se estará ya sea conformando en el sitio o se estará cargando a camión de volteo para trasladarlo a las orillas del cauce en donde la altura del bordo tenga los puntos más bajos del perfil topográfico.

Se continuará con los trabajos de armado de acero y su respectivo colado de concreto de la carcasa del edificio hasta alcanzar el nivel de superficie. En tanto se realizan los trabajos de terminación de concretos del tanque y del canal de descarga.

Se continuará con los rellenos que se aplicarán contra el edificio de Casa de Máquinas y a los costados del tanque de contrapresión que condicionan la cimentación de la nave y se continuará con el relleno y acomodo del material del canal de descarga para conformar el acceso definitivo así como de la plataforma de subestación. Seguirá con el colado de concreto en zapatas y piso de nave que servirá de cimentación para el montaje de la estructura de la nave y puente grúa. Para proceder al montaje del puente grúa y de los componentes mínimos de la estructura metálica de la nave.

En tanto, se estarán desarrollando los trabajos de armado de jaulas para el acomodo de los gaviones, en donde, se preparará la base del canal extrayendo el azolve y se conformará el piso para su colocación y posterior relleno. De acuerdo a las condiciones que ofrezca el sitio, se buscará realizar la construcción de los gaviones sin hacer preparaciones adicionales y evitar la obstrucción del agua durante los trabajos.

Una vez concluida la preparación de la obra civil se procederá al montaje del equipo electromecánico integrado por el caracol, tubo antedistribuidor válvula, collarines de ajuste, generador, etc.

Por otra parte y una vez terminada disposición y nivelación del material en la plataforma donde se alojará la subestación se prepararán las cimentaciones y sistema de tierras para el colado de concreto de las zapatas de la paramenta, trampas de aceites, canaletas eléctricas, canalizaciones, drenaje, etc. Posteriormente se aplicará una capa de 20 cm de grava en toda el área y se procederá a complementar el sistema de tierras e instalación de transformadores, pórticos, aisladores y cableado.

Se terminará con los concretos interiores y detalles de la nave como cerramiento, ayudas al montaje, limpieza final y pinturas, acabados exteriores que van desde el tanque de agua para los baños hasta el cuarto de control, firmes en accesos y veredas, cerramiento en alambrada, limpieza en general etc.

Línea de transmisión

Se realizará como primer paso el levantamiento topográfico para proceder a la localización de puntos en donde se ubicarán las estructuras así como para la verificación del perfil en campo en sus secciones más sobresalientes.

Una vez que se tenga verificada la ubicación e instalados los señalamientos o mohoneras de cada estructura se comenzará con la apertura de cepas para formar la sección de desplante en las cimentaciones de las estructuras de soporte y se ubicarán y dimensionarán de acuerdo a las especificaciones de proyecto, luego, se colocará en el desplante de los cimientos una capa de concreto compactado con un mínimo de 10 cm de espesor para nivelar la estructura.

Se procederá al armado de varilla para conformar el alma del dado y se realizará el colado del concreto de cimentación. Durante el colado se instalará la protección catódica y el sistema de tierras mediante la introducción en piso de varilla copperweld y el tendido del alambre copperweld a una profundidad de 50 cm entre las zapatas de cimentación el cual estará conectado a cada una de las patas de la estructura.

Una vez que haya sido revisada y aprobada la nivelación de cada una de las estructuras de cimentación, se procederá al relleno y compactación del terreno alrededor de cada dado con el material producto de la excavación y se montará el cuerpo superior de la estructura. Terminando el armado de las torres por secciones en el mismo sitio.

Se procederá entonces con el vestido de torres que consistirá en la colocación de cadenas, herrajes, aisladores y complementos, así como el tendido, colocación y tensado del cable de guarda. Como actividad final se hará la colocación de accesorios y herrajes para sujeción de las cadenas de aisladores y se procederá al tendido y tensado del cable conductor con sus respectivos empalmes, puentes y remates en las torres que así lo requieran.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Conforme a los [cronogramas](#) que se presentan en el capítulo VIII, las actividades correspondientes a la etapa de operación están constituidas principalmente por la producción de energía a través del conjunto turbina-generador con todo lo que conlleva la transformación y transmisión del flujo de corriente hasta la red de distribución nacional,

así como las actividades periódicas de reparación y mantenimiento del equipo electromecánico, por lo que en esta etapa no se realizarán acciones que pudieran estar causando mayores impactos al medio.

Las actividades relativas a la operación y el mantenimiento del proyecto estarán comprendiendo: generación de energía eléctrica, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y sustitución de equipos.

Generación de energía eléctrica

La producción de electricidad está regida por las políticas de operación tanto de la presa como de la emisión del flujo de energía a la red de distribución, esto es que la empresa esta supeditada a las autorizaciones por parte de la Comisión Federal de Electricidad para transmitir la electricidad de acuerdo a un protocolo de entrega, para lo cual se realiza la programación previa de los periodos de entrada al sistema y los avisos o libranzas correspondientes para la entrada del flujo a la red. Por otro lado, el volumen de descarga y el nivel de aguas de la presa están supeditados a las indicaciones que emita la Comisión Nacional del Agua en base a su programa de dotaciones, aprovechamientos y de la propia operación del vaso en la presa Cerro de Oro, por lo que el uso que se dará al recurso en la planta hidroeléctrica guardará un control estricto de manejo.

Cabe mencionar que en la salida de la descarga de la central hidroeléctrica se contará con un medidor parshal, mediante el cual se llevará un registro continuo del flujo de agua que sea turbinado, así como los medidores de registro que la CFE requiere para conocer la cantidad de energía generada por la central.

De acuerdo a lo anterior, se procede en una situación de operación normal de la planta de la siguiente forma:

Se verifica diariamente ante las autoridades encargadas de la Comisión Nacional del Agua la disponibilidad del recurso, para que de acuerdo a su programa, se planeen los periodos de operación de la central. Se establece la comunicación con el Centro Nacional de Control de Energía CENACE de la CFE para señalar los periodos de entrada a la red de distribución y obtener las libranzas correspondientes. Se continúa con la preparación de los equipos electromecánicos para el inicio de la sincronización de la central con la red y se comienza a turbinar para alcanzar la velocidad requerida y mantener la potencia de carga para su liberación al sistema. Una vez que se ha alcanzado la potencia y se han sincronizado los equipos se envía mediante el sistema de control una señal a los interruptores de la subestación para hacer la conexión respectiva y de esta forma hacer la transmisión del flujo de electricidad hasta la interconexión con la red de distribución.

Conforme se va realizando la generación de energía eléctrica el proceso de ingreso de agua y descarga trabajará de la siguiente manera:

El flujo de agua proveniente de la presa ingresa al túnel de conducción a través de la bocatoma y se dirige hasta la sección de la tubería de presión, en donde se genera, como su nombre lo explica, una mayor presión de agua al reducirse el diámetro de la tubería con respecto al del túnel, proporcionando de esta manera una mayor fuerza con menor volumen de agua hacia el ingreso a casa de máquinas, de aquí que al realizar la apertura de la válvula de mariposa, el flujo ingresa a la tubería del caracol aumentando aun más su

presión gracias a la disminución del diámetro de la tubería, con lo que circula en este punto un chorro a presión que empuja a los álabes del conjunto turbina-generator, pasando luego por el codo de aspiración hasta llegar al tanque de contrapresión, en donde se rompe la turbulencia y la velocidad con la que sale despedida el agua para alcanzar aquí un régimen mínimo de velocidad. Una vez descargada el agua en el tanque de contrapresión y su canal de desfogue, el agua será desalojada hacia el arroyo La Sal que se unirá aguas abajo con el río Santo Domingo, este gasto al integrarse al río, con ayuda de la presa de gaviones formará un remansamiento de agua y un nivel suficiente para mantener las condiciones ambientales en el tramo entre la estructura de descarga de la presa y la unión del arroyo La Sal con el Santo Domingo.

Al producirse el movimiento en el conjunto turbina-generator se iniciará la producción de la energía eléctrica, actividad que se va monitoreando a través de los sistemas de control en forma automática o de forma manual apoyada con el personal de la central que se concentra en el cuarto de control y en la plataforma donde están distribuidos y alojados los equipos electromecánicos.

Mantenimiento preventivo

Las actividades de mantenimiento preventivo consistirán en la revisión del desgaste de chumaceras y rodete de turbina, limpieza de sales e incrustaciones en los álabes, verificación de holguras en secciones de sellado, pruebas de funcionamiento en sistemas de regulación, mando, refrigeración, lubricación, calefacción, filtros y aislamiento.

Para la sección de ingreso de agua se verificará el estado que guardan los componentes de la válvula de cierre como son sellos, cojinetes, casquillos, actuadores hidráulicos, bridas y juntas. En los obturadores de bocanoma y de salida del tanque de contrapresión se verificarán que las superficies de rodamiento se encuentren en buen estado y se proporcionará el servicio de limpieza y lubricación a los equipos de izaje.

El generador y sus equipos complementarios estarán monitoreados de forma constante e instantánea por medio del sistema de control, el cual presentará tanto en los tableros de la central como en los equipos de computo las fallas que se pudieran estar ocurriendo. Por otro lado y además del proceso automatizado de prueba con que cuenta el sistema de control, se realizará una inspección mensual en cada uno de los equipos y sistemas en forma independiente para asegurar el funcionamiento de los componentes. Las inspecciones de mayor alcance se realizarán durante el mantenimiento del equipo mecánico de la turbina y se basarán en funciones relacionadas con desgaste de chumaceras, sellado de sistemas hidráulicos, pruebas de aislamiento y sus respectivas comprobaciones de respuesta en sistemas de control.

Para los transformadores las actividades están centradas en la inspección de la calidad y cantidad del dieléctrico que contenga cada transformador, así como el estado de la presión en el sistema para en su caso detectar fugas. Se revisarán en el área de subestación las estructuras de soporte así como los equipos interruptores para confirmar que el funcionamiento es el adecuado durante la operación. A su vez, se verificará en forma constante durante la temporada lluviosa que los sistemas de respaldo, pararrayos y de aterrizamiento de equipos se encuentren en buen estado y confirmando que sus conexiones sean firmes para la correcta operación de los equipos.

En cuanto a la línea de transmisión, además de las autopuebas que proporciona el sistema de control, se efectuarán recorridos semestrales para revisar físicamente las estructuras, cableado y soportes, en caso de encontrar alguna anomalía se hará la reparación correspondiente.

Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.

La planta contará en el área de los equipos con un dique de contención que permite captar cualquier fuga de aceite lubricante fuera de esta área, evitando contaminación del agua. Además, se contará con un stock de gusanos absorbedores que están fabricados con materiales altamente porosos que servirán para realizar la recolección de líquidos si llegara a suceder algún derrame accidental. Por otro lado, el piso inferior de la casa de máquinas contará con tanques de recepción de líquidos, en los que al ocurrir algún derrame de agua que pudiera estar combinada con aceites, grasas o cualquier otro contaminante, podrá captar todo ese volumen para posteriormente hacer la limpieza y/o tratamiento necesario para un desalojo seguro al exterior de la instalación, con lo que se evitará cualquier descarga de contaminantes al exterior del edificio de la casa de máquinas.

Se contará, como se explicó en el apartado de la etapa de construcción, con un almacén de residuos peligrosos en el que se resguardarán los aceites lubricantes gastados producto del mantenimiento preventivo y de materiales sólidos como podrán ser estopas, trapos y papeles que se utilizan regularmente en las actividades de mantenimiento y que se impregnan con esas sustancias. Estos materiales serán tratados de acuerdo con lo previsto en la legislación en la materia y para el efecto se enviarán a reciclaje y/o disposición final con empresas debidamente autorizadas por la SEMARNAT.

En cuanto al mantenimiento de los transformadores, el aceite aislante se someterá a análisis físico-químico, de cromatografía de gases y ausencia de bifenilos policlorados al inicio de las operaciones para verificar su contenido y se llevará un monitoreo periódico de la calidad del aceite y de la presión del gas de Nitrógeno para llevar un óptimo funcionamiento de estos equipos. Una vez que los niveles de calidad en el aceite dieléctrico disminuyan, se procederá a extraerlo del tanque del transformador y será enviado a reciclaje. Esta actividad considerando las especificaciones que proporcionan los fabricantes esta prevista en un periodo aproximado de 10 años

El equipo de control de la central contará además de la planta de emergencia con un grupo de baterías o acumuladores de gel para obtener un suministro constante de energía de respaldo, con lo que se evitarán emisiones de gases y contaminantes al ambiente.

Cabe mencionar que como parte de las funciones de seguridad de la planta, el equipo de generación contará con un sistema de lubricación de aceite que mantiene un registro constante de la presión y volumen del líquido, realizando un paro automático general en caso de ocurrir deficiencias o pérdidas en el mismo, lo que ofrece, además de seguridad en operación del equipo, la protección al ambiente al evitar fugas que pudieran ocasionar contaminación a los recursos agua y suelo. A su vez, el sistema de frenado de la turbina contará con ventilador de extracción y sus respectivos filtros, para lograr dentro de sus objetivos, evitar la dispersión de polvos y material particulado dentro del equipo de

generación y al medio ambiente laboral, así como para permitir un mantenimiento con periodos mayores entre eventos.

Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones.

La central hidroeléctrica contará con servicios sanitarios para los trabajadores de la planta, en los que se ocupará para la disposición de las descargas sanitarias una fosa séptica prefabricada que estará conectada mediante tubería de PVC al sistema de drenaje del baño, con lo que se estará evitando el flujo de las descargas hacia el cauce del río.

Contará con el suministro de energía eléctrica para iluminación tanto en el interior del edificio de la casa de máquinas como en el exterior del mismo, ampliándose su alcance hasta el acceso y área de subestación para la debida vigilancia y control de las instalaciones

Se instalará un sistema de comunicación satelital para cubrir los servicios de telefonía e Internet con los que se realizarán las principales actividades de enlace para el control de las actividades de operación y vigilancia continua de los sistemas. La instalación de este sistema de comunicación solo requerirá el montaje de una antena parabólica y los equipos complementarios para decodificación de señal y para respaldo (backups), cableado dentro del edificio de la casa de máquinas y en su caso los periféricos requeridos para su conexión al sistema de cómputo que estará instalado en el cuarto de control.

Como se señaló para los componentes de la central, se contará con una planta de emergencia que apoyará en los sistemas de excitación de la central en los casos de que falle el suministro de energía externo, así como para los servicios auxiliares propios de la planta hidroeléctrica.

La central contará con el respectivo sistema de extinción de incendios, el cual estará compuesto por tanques de gas CO₂ y de polvo químico, asistido por un grupo de sensores que activarán un sistema de presión que está interconectado con tuberías desde los tanques hasta los equipos para la extinción inmediata de fuego. A su vez se contará con cilindros extintores portátiles que se ubicarán en los accesos de cada piso y a la salida del cuarto de control.

Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc;

Las actividades consisten principalmente en la inspección de equipos y sustitución de piezas y componentes de acuerdo a la necesidad de cada caso. La generación de residuos durante las reparaciones consistirá básicamente en papeles y trapos o estopas impregnados de grasa, aceite y solventes, que se tendrán que alojar en depósitos bien identificados para enviarlos posteriormente a su tratamiento y disposición final.

Las reparaciones de mantenimiento correctivo consistirán en la sustitución de piezas desgastadas o fisuradas, rectificación de superficies de rodamiento y fricción, sustitución de sellos y comprobación de funcionamiento. Para efectuar la reparación de equipos se

cerrará la compuerta u obturador de bocatoma del túnel y se inspeccionará como rutina el tramo de conducción en su totalidad.

Para las actividades de mantenimiento, se estarán utilizando herramientas manuales y como apoyo para el movimiento de los equipos pesados dentro de la casa de máquinas se contará con la grúa que será instalada desde la construcción de la nave, por lo que no se estará requiriendo la utilización de maquinaria pesada o construcción de obras adicionales. De igual forma, la línea de transmisión llevará sus mantenimientos preventivos y correctivos utilizando básicamente arneses y herramientas manuales, así como un vehículo en donde se trasladen los materiales y herramientas hasta el sitio donde sea requerida la actividad.

Durante el mantenimiento de la línea de transmisión se vigilará principalmente el crecimiento de enredaderas en las bases de las torres debido al efecto corrosivo que pudiera tener las plantas al entrar en contacto con la estructura, que aunque será de acero extragalvanizado y contará con la respectiva protección catódica, podrá llegar a sufrir un cierto deterioro al generarse ácidos por la humedad y las sustancias que liberen las plantas, por lo que se estarán haciendo recorridos semestrales en el tramo de la línea y se realizarán las podas correspondientes alrededor de las bases con machete, coa, guadaña y en su caso desbrozadoras manuales para cumplir con la actividad en menor tiempo. En el área del edificio de la casa de máquinas y la subestación se estarán efectuando las limpiezas en las canaletas y bajantes para el desalojo y direccionamiento adecuado del agua de lluvia, así como la poda y extracción de malezas en forma manual en las secciones cercanas a las obras civiles. En este caso y por las condiciones de humedad que se presentan en el sitio del proyecto, se espera que estas actividades se estén ejecutando con periodicidad semestral, sin embargo, se atenderán de acuerdo a las necesidades de las obras.

En el capítulo VIII se presentan los [diagramas de Gantt](#) con el cronograma de actividades de la etapa de operación.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Debido a que las obras están localizadas cerca de caminos y sitios en donde existen estos servicios, no se requerirán de obras asociadas, salvo la interconexión que se realizará para la línea de transmisión, por lo que es conveniente señalar que se efectuará en una subestación existente (S.E. Benito Juárez). El enlace de la línea del proyecto con la red de distribución nacional se realizará adecuando las acometidas con las que cuente la red de CFE, para lo cual se atenderán las indicaciones que en su momento genere esa dependencia.

En razón de lo anterior se considera que no se tendrán afectaciones por este concepto.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Aunque el periodo de vida útil que está planteando para el proyecto se estima en 50 años y que podría considerarse como permanente, se presentan a continuación las medidas de rehabilitación y restitución que se estarían aplicando al llegarse el abandono del sitio:

Desmantelamiento de infraestructura

Como primer paso, se realizará el desmantelamiento del equipo electromecánico en la central hidroeléctrica y se efectuaría el desalojo de todos los componentes eléctricos y mecánicos para permitir dejar libre el edificio de la casa de máquinas, una vez que se hayan extraído los equipos se procederá al desmantelamiento de los barandales, escaleras, y estructuras metálicas que se localicen en el interior del edificio para así proceder a su demolición. Para tomar las medidas adecuadas se estaría solicitando con anticipación el permiso respectivo con la autoridad local para el traslado y disposición final del producto de la demolición.

La demolición es probable que no se llegara a realizar debido a que el material resultante del edificio tendría, ya sea enviarse a otro sitio para su disposición final o para el propio relleno del hueco en donde estaba alojada la casa de máquinas, sin embargo, se ha considerado la actividad y el procedimiento de acuerdo a lo siguiente:

Se demolería la estructura de soporte y anclaje de la nave superior de la casa de máquinas y se habilitaría una ataguía al final del canal de desfogue para que esta misma estructura sirviera de acceso a la parte baja del edificio.

Se comenzaría a demoler la parte inferior del edificio en donde se localizaba el tubo de aspiración y la sección de montaje de la turbina. Seguiría la parte superior del edificio para propiciar que el concreto cayera al interior de los muros y mediante el acceso que se tendría por el canal de desfogue se extraería el material demolido para transportarlo hacia el sitio de disposición final. Cabe mencionar que en todo momento se estaría utilizando el acceso que servía durante la operación de la central así como el bordo del canal de desfogue, por lo que no se abrirían más caminos.

En el curso de la demolición se estarían fracturando los bloques de concreto y se retirarían las varillas y perfiles estructurales que conformarían el armazón de la estructura para acumularlas a un costado del acceso y enviarlas a venta para su reciclaje.

De igual forma, en la plataforma asignada a la subestación y en la cimentación de las torres de transmisión, si éstas no llegaran a ser del interés de La Federación para mantener la infraestructura de distribución de energía en esa zona, se estarían desalojando los equipos eléctricos que la conformaba y se extraería la capa de grava para dejar al descubierto las cimentaciones y la red de tierras.

Se retirarían las estructuras de cimentación para demolerlas por secciones y tanto las varillas del armado como el cable de cobre resultante se seleccionarían para enviarlas a venta y reciclaje. Ya desocupada el área, el material de la plataforma, se comenzaría a distribuir en las superficies de la casa de máquinas, canal de desfogue y trinchera de la tubería a presión, ya que recordemos, ese material originalmente fue extraído de estos sitios.

Limpieza de terrenos, disposición de residuos y rehabilitación de superficies

Durante las actividades de demolición de las estructuras se estarían retirando a la par estos materiales para enviarlos al sitio de disposición autorizado y llevar a cabo la limpieza del sitio en el menor tiempo posible. No se contempla la generación de residuos domésticos ni peligrosos durante estos trabajos, ya que las actividades básicas serán la demolición y extracción de esos materiales.

Conforme se vayan liberando las superficies, se irá conformando el terreno utilizando el material de la plataforma de la subestación, extrayéndolo del sitio y acomodándolo en la trinchera donde estuvo alojada la tubería de presión, en la casa de máquinas y en su canal de desfogue, nivelando la superficie en el interior del polígono y dejando un bordo pequeño en su perímetro para que el agua de lluvia se infiltre hacia el centro y no permita el arrastre del material. Finalmente se retirará el material que conformaba el bordo del canal de desfogue extendiéndolo en la superficie del predio.

Ya conformadas las superficies se procurará hacer pasar un tractor con riper o si el material lo permite con arado para hacer surcos en la superficie, lo que permitirá la captación más eficiente del agua y la aparición de vegetación en corto plazo.

Es recomendable establecer una especie de bordo antes de la sección del canal de desfogue de la presa en esa etapa de abandono, ya que esto permitirá en determinado momento captar cualquier arrastre de material que se pudiera estar dando al ocurrir la temporada de lluvias, esto, considerando que la superficie no contará con una cobertura vegetal durante algún tiempo.

Actividades de reforestación

Como complemento a las acciones de rehabilitación de superficies en la etapa de abandono, se prevé la aplicación de una plantación en los sitios que estén desprovistos de vegetación, la cual se realizaría con árboles propios de la región y especies de interés.

Entre las especies que se estarían considerando para las actividades de reforestación se enlistan las siguientes, supeditando su selección a las existencias que hubieran en ese momento y a la producción que tuvieran los viveros regionales.

Especie	Nombre común
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo, palo de cera, gateado
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote, chicozapote
<i>Protium copal</i>	Copal

Especie	Nombre común
<i>Guarea glabra</i>	Cedrillo
<i>Mastichodendron Capiri</i>	Tempisque
<i>Bursera simaruba</i>	Cohuite, palo mulato, palo jiote
<i>Aphananthe monoica</i>	Coquito, palo de aguila
<i>Hampea integerrima</i>	Jonote, cucharo, tecolixtle
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo

La forma de plantación estará de acuerdo a las condiciones del terreno, aplicando una plantación a marco real en los sitios planos y a tresbolillo en los sitios en donde se presente una inclinación del terreno. Por otro lado, la siembra se realizará intercalando las especies para dar una mejor distribución del material vegetal.

Es importante mencionar que debido a la dificultad de predecir con precisión las características que tendrá el entorno de ubicación de las obras durante la etapa de abandono, se expone a continuación el plan de las actividades y estudios que habrán de ser considerados cuando ocurra el término de la vida útil del proyecto.

Plan de acciones a seguir

- Elaborar un diagnóstico del sitio para establecer las medidas que serán tomadas.

Los puntos que deberá considerar el diagnóstico serán:

Información relativa a las características físicas y biológicas del sitio.

Información demográfica y socioeconómica.

Información histórica.

Comparativo de datos sobre las condiciones históricas contra las actuales.

Revisión y análisis de legislación relativa a las actividades a desarrollar.

Análisis de la problemática y evaluación de tendencias sobre las condiciones de deterioro o conservación de los recursos existentes en el sitio.

Medidas propuestas para el control o restitución del sitio considerando un orden de importancia.

- Elaborar un plan financiero para orientar las acciones hacia los problemas más urgentes y de forma prioritaria.

El plan contemplará la totalidad de las medidas propuestas en el diagnóstico e incluirá en sus costos:

Materiales e insumos.
Mano de obra.
Herramientas y equipo requerido.
Consultoría externa.
Gestiones y pago de derechos ante autoridades.
Cronograma y etapas en las que serán cubiertas las medidas.

- Realizar la actualización y ajustes respectivos a la serie de señalamientos preventivos y correctivos para las acciones que se aplicarán en el desmantelamiento de las instalaciones y restitución del sitio.

De acuerdo a la normatividad que rija, en su momento se verificarán los procedimientos establecidos y se aplicarán con base a lo señalado en ella. Por otro lado, será básica la integración de los siguientes puntos, los cuales deberán invariablemente ser tomados en cuenta y aplicados.

Manejo y disposición de residuos municipales.
Manejo y disposición de Residuos peligrosos.
Control de personal durante el desmantelamiento.
Protección de los recursos.
Recuperación y tratamiento de suelos contaminados.
Control y mantenimiento de equipo y maquinaria.

- Perspectivas y resultados esperados.

Se expondrán las metas pretendidas con la aplicación del programa así como un desglose de los resultados esperados considerando cada una de las medidas propuestas y se establecerán de acuerdo a los siguientes conceptos.

Relación de conceptos y metas
Cronograma de avance estimado
Cronograma de erogaciones
Detalle de actividades y alcances
Áreas involucradas y responsables de ejecución

- Reporte de las condiciones finales del sitio.

El reporte deberá considerar tanto las acciones previstas en el programa como las que paulatinamente se hayan integrado para retroalimentarlo, dicho reporte deberá incluir los puntos siguientes:

Relación de conceptos del programa y descripción detallada de las acciones ejecutadas.
Comparativo del cronograma de avances físicos-financieros y análisis de factores que influyeron en su retraso o terminación anticipada.

Descripción de las condiciones que presente el sitio y evaluación de las alternativas que fueron tomadas para alcanzar las metas pretendidas.

Análisis de costos en función de las alternativas tomadas.

Descripción de factores que influirán en la preservación o deterioro de las condiciones al finalizar el programa.

Medidas y acciones propuestas.

- Memoria gráfica, la cual incluirá el comparativo entre las condiciones del sitio previas a la construcción, condiciones al término de la vida útil y las condiciones después de la restitución.

Anexos fotográficos históricos tomando como base el periodo inicial a la construcción del proyecto, procurando realizar un archivo quinquenal hasta el término de la vida útil.

Anexos fotográficos donde se muestre la recuperación paulatina de los sitios restituidos.

Planos de ubicación de las áreas restituidas realizando una sobreposición de los sitios con y sin las obras.

II.2.8 Utilización de explosivos

Mediante el uso de explosivos con la técnica de voladuras controladas se excavará el canal de llamada para la obra de toma y el túnel en el macizo rocoso de la ladera de la cortina.

En la casa de máquinas y el canal de desfogue por la naturaleza geológica, una parte importante de las excavaciones se harán con el uso de explosivos, rezagando el material con tractor sobre orugas, excavadoras sobre orugas y el empleo de camiones volteo.

Cabe señalar que para su manejo, se estarán realizando los trámites necesarios ante las autoridades para cumplir con lo señalado en la legislación.

La elección del tipo de explosivos a utilizar estará de acuerdo a las características de la roca, a las condiciones del sitio y a los requerimientos de disposición de la rezaga que se estará realizando, para lo cual se estarán eligiendo preferentemente explosivos densos que permitan una mayor velocidad de detonación y fragmentación más fina del material rocoso. A su vez y por las condiciones de humedad que se presentan en el sitio, se estará ocupando este tipo de explosivo de gel que tiene por característica ser de mayor resistencia al agua. Por otro lado y primordialmente por el tipo de obra que se estará ejecutando, se estará analizando y verificando el cálculo de las cargas que se estarán utilizando, esto con el fin de que los explosivos liberen solo la presión necesaria y se realicen las voladuras en forma segura y controlada.

De este modo y anticipando los trabajos a ejecutar, para obtener la fragmentación deseada del material y disminuir con esto también los niveles de vibración, se estará realizando una mayor cantidad de barrenos para las voladuras y se preverá reducir la relación de carga/retardo. El retardo de las voladuras en este caso implicará que exista

una interferencia en los bordes de la voladura, lo que ayudará al control de las frecuencias de pico hacia los puntos exteriores y a la derivación de la fuerza de presión hacia su interior, otorgando un mayor grado de fracturamiento de la roca.

La cantidad de explosivos a utilizar se calcula en un aproximado de entre 0.3 y 0.6 kg por metro cúbico de material, sin embargo, esto podrá variar, como ya se mencionó, dependiendo las características de los materiales rocosos y las condiciones a las que esté sujeta la excavación.

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

Etapas de preparación del sitio y construcción

Residuos sólidos domésticos y reciclables

Se estarán generando residuos sólidos domésticos que estarán compuestos principalmente por envolturas de plástico, papel, cartón y envases de refresco de plástico, vidrio y aluminio. Para la concentración de estos se ha considerado la instalación de tambos y contenedores con tapa para el acopio y almacenamiento temporal de estos residuos. Se pretende realizar el acopio en las diferentes áreas del proyecto como son talleres, almacenes, oficinas y frentes de trabajo, en donde se ubicarán dos contenedores para que se depositen, en uno, los residuos reciclables o inorgánicos y en el otro, los residuos orgánicos como podrán ser cáscaras de fruta, residuos de comida y sólidos biodegradables.

El almacenamiento, considerando la población que pudiera tener el proyecto, se estará manteniendo por espacios de una semana, para lo cual, se realizará la concentración de los tambos para su retiro y traslado al sitio de disposición al término de cada semana de labores, tentativamente los sábados. Una vez realizado el envío, se regresarán los tambos a los distintos sitios asignados para que se continúe con el acopio de los residuos. Para estos residuos se efectuará ante la autoridad municipal la solicitud y el respectivo trámite de pago de derechos para que se trasladen cada semana a la población de Tuxtepec, se concentren en el sitio de disposición oficial del municipio y evitar con esto el almacenamiento de los residuos en el área de la central hidroeléctrica. ([ver mapa infraestructura y servicios disp. residuos](#))

En cuanto a la generación de residuos reciclables, estos estarán compuestos principalmente por costales de papel, cartones, envases o tambos, pedacería de varillas, tubería, perfiles y otros materiales metálicos sobrantes de las actividades de construcción de las obras civiles. Estos materiales, al igual que en el caso de los residuos domésticos serán alojados en contenedores básicamente a un costado de los talleres y en la zona de construcción de las obras civiles para evitar su dispersión. La periodicidad del retiro de estos materiales para su envío a venta y/o reciclaje estará supeditada al volumen que sea generado, ya que se requerirá por un lado el mantener espacio suficiente para la circulación de equipos y personal y por otro hacer costoso el traslado de los desperdicios para el contratista que lo realice. Por la experiencia que se ha tenido en proyectos similares, el tiempo estimado para realizar el traslado de este tipo de desperdicios es de 6 meses a partir de la construcción formal de las edificaciones.

Residuos Peligrosos

Se estarán generando residuos peligrosos representados por aceites gastados, filtros, materiales y envases impregnados con solventes, combustibles y lubricantes producto del mantenimiento preventivo de la maquinaria y de los equipos que se utilizarán en la construcción de las obras. Para el control de los residuos se tendrán en el sitio de las obras una cantidad suficiente de tambos para alojar los líquidos y los sólidos que se generen, de esta forma, los líquidos se alojarán en los tambos que cuenten con la cubierta sellada y con su tapa de drenado de fábrica para asegurar su contenido y minimizar los riesgos por derrames accidentales y durante su utilización se conservará el 10% de volumen libre en el recipiente para permitir la compresión de gases que se pudiera generar adentro; para los sólidos se prepararán los tambos colocándoles una tapa removible para facilitar su uso. Todos estos recipientes llevarán pintado en su exterior un letrero con el tipo de residuos que se deberán depositar, esto para evitar que se lleguen a utilizar en el almacenamiento de otros materiales o desechos, asignándoles el uso exclusivamente para residuos peligrosos.

Como se señaló en el punto de la descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto y con el fin de asegurar que los residuos del mantenimiento que se pudieran estar generando no provoquen un impacto en el sitio por contaminación del suelo, se preparará una superficie en donde se resguardarán los aceites gastados y materiales sólidos en tanto son enviados a su reciclaje o destino final con empresas autorizadas. La superficie del piso será impermeable y contará con una fosa para captación de derrames accidentales, así mismo se estará conformando un sardinel o dique alrededor de la base del almacén para evitar, ya sea fuga de contaminantes al exterior o filtraciones de aguas pluviales al interior del almacén. El almacén estará cubierto para evitar la insolación de los tambos y contará con los respectivos materiales y equipos auxiliares para el control de incendios como son: extinguidor portátil y contenedor de arena.

Se estarán realizando los envíos de estos residuos en forma periódica a reciclaje y/o destino final tomando en cuenta lo previsto por la legislación, limitando en todo momento su almacenamiento temporal con un máximo de 6 meses.

La clasificación de los residuos que se generarán de acuerdo a lo señalado por la NOM-052-SEMARNAT-1993 y el volumen probable de generación en la etapa de construcción se muestran en la siguiente tabla.

Generación de residuos etapa de construcción

Tipo de residuo	Clave CRETIB	Volumen probable de generación (mensual)
ACEITES LUBRICANTES GASTADOS. (RPNE1.1/03)	(T,I)	250 l

Tipo de residuo	Clave CRETIB	Volumen probable de generación (mensual)
SÓLIDOS DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	(T,I)	50 kg

El volumen se calculó considerando en el transcurso de un mes el servicio preventivo de 6 máquinas con capacidad en cárter de 41.6 lts cada una.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera que se estarán generando en la obra estarán representadas por polvos producto de las excavaciones en material seco, así como gases y partículas producto de la utilización de la maquinaria y equipo que cuenta con motores de combustión interna. Los niveles de contaminantes serán controlados mediante el mantenimiento preventivo de la maquinaria de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, así como los niveles de ruido que se controlarán desde la llegada de la maquinaria a la obra procurando revisar que presenten los silenciadores respectivos y vigilando durante la construcción que no se pierda la hermeticidad en sus sistemas. A continuación se presenta una tabla de datos aproximados sobre las emisiones que se generan con los equipos y maquinaria relacionada con la construcción.

Nivel de emisiones de ruido en equipo y maquinaria

Equipo	Horas de trabajo aproximado diario	Decibeles emitidos*	Emisiones a la atmósfera	Tipo de combustible
Compresor	8	62.6-72.5 (A) 7m	N.D.	Diesel
Perforador neumático	6	102-111 (A) 3m	N.A.	Aire comprimido
Retroexcavadora	6	84-93 (A) 3m	N.D.	Diesel
Tractor	4	87-102 (A)15m	N.D.	Diesel
Camión de volteo	8	88 (A) 15m	Opacidad 1.99 m-1	Diesel
Pickup	5	72 (A) 15m	10ppm HC .1 CO	Gasolina
Pipa 10,000lt	4	72 (A) 15m	Opacidad 1.99 m-1	Diesel
Bulldozer	4	94 (A) 15m	N.D.	Diesel
Revolvedora	8	85 (A) 15 m	Opacidad 1.0 m-1	Diesel

Equipo	Horas de trabajo aproximado diario	Decibeles emitidos*	Emisiones a la atmósfera	Tipo de combustible
Dosificadora de concreto	8	N.D.	N.A.	N.A.
Camión redilas	6	72 (A) 15m	Opacidad 1.0 m-1	Diesel
Compactadora	3	87-94 (A) 3m	N.D.	Gasolina
Pluma flotante	5	85 (A) 15 m	Opacidad 1.0 m-1	Diesel
Mezcladora concreto 1 saco	4	110 (A) 3m	N.D.	Gasolina
Lote garruchas y poleas	4	N.A..	N.A.	N.A.
Grúa	8	80-96 (A) 3m	N.D.	Diesel

*Fuentes: Buildig-Construction Trades Dept.
dB Engineering
Atlas Copco Mexicana S.A. de C.V.
N.D. No Determinado
N.A. No Aplica

Aguas residuales

Las aguas residuales que se estarán generando en esta etapa serán las de origen sanitario, para lo cual se ha contemplado la instalación de fosas sépticas para el control y tratamiento de estas descargas. Para el efecto, se estarán instalando los sanitarios necesarios de acuerdo al número de trabajadores que estén laborando en la obra, tomando en cuenta una proporción de 1:20 para cubrir las necesidades en los frentes de trabajo. Se realizará un mantenimiento periódico a las fosas para estabilizar los residuos así como para vigilar que los residuos sean controlados sin que ocurra contaminación al suelo o a los cuerpos de agua en el área.

Etapa de operación y mantenimiento

Residuos sólidos domésticos

Se espera un mínimo de generación de residuos domésticos durante la etapa de operación, ya que la plantilla de personal estará conformada por un número aproximado de 6 personas que estarán repartidas en la semana de trabajo, por lo que se espera la generación de residuos domésticos con un máximo de 3 kg cada semana, los que estarán compuestos por envolturas de plástico, papel, cartón y envases de bebidas. De igual forma que en la etapa de construcción, se colocarán recipientes con tapa y de capacidad suficiente para el alojamiento temporal de los residuos y suprimir cualquier proliferación de fauna nociva. Se sugiere aplicar el mismo procedimiento de trámite ante la autoridad municipal para el envío de los residuos al sitio de tiro oficial, lo que permitirá mantener un control adecuado de las actividades y asegurar el cumplimiento por parte del personal de operación.

Residuos Peligrosos

Se estará presentando la generación de residuos peligrosos, compuestos por aceite lubricante producto del mantenimiento del equipo electromecánico de la central. Para el efecto se tiene contemplada la preparación del sitio de almacenamiento temporal en donde se alojarán los recipientes con el aceite usado. Es recomendable que se considere desde el inicio de las obras la preparación del almacén de residuos peligrosos, ya que se tendrá la seguridad de contar con esta estructura en el momento que se inicien las actividades de la etapa de operación. Para el manejo de estos aceites se recomendará hacer el movimiento inicial a través de garrafones o bidones plásticos para el manejo fácil y seguro dentro de la planta y su traslado al almacén; una vez en el almacén se deberá realizar el trasiego del aceite usado de preferencia a tambos de 200 litros con tapa hermética para asegurar que el aceite no se fugue en caso de voltearse. El trasiego se efectuará con bomba manual para que no ocurran derrames y como medida preventiva se deberá colocar un lienzo de papel o lona entre los recipientes cuando se realice esta operación. De igual forma, se estarán requiriendo trapos y otros materiales sólidos para las labores de mantenimiento que sufrirán contaminación, por lo que serán también tratados como residuos peligrosos. Se alojarán estos sólidos en tambos con tapa y se alojarán igualmente que los aceites en el almacén.

Los residuos serán enviados a reciclaje y/o disposición final a través de empresas autorizadas por SEMARNAT para estos servicios y se tomará la previsión de inscribir a la empresa como generadora de residuos peligrosos en su modalidad general y se presentarán además las respectivas Cédulas de Operación Anual a efecto de que la autoridad pueda llevar un control de las operaciones para cumplir con lo establecido en la legislación en la materia.

Como se ha expresado anteriormente, se contará con el almacén temporal que tendrá una superficie impermeable, fosa de captación para el control de derrames y sobreelevación perimetral en piso (sardinell), estará cubierto en techo y paredes con materiales metálicos con sus venteos respectivos, equipo y arena para auxilio en extinción de incendios, letreros restrictivos, señalización y equipo de apoyo para el manejo de los recipientes.

La tabla siguiente muestra el tipo de residuos y volumen a generar en esta etapa:

Generación de residuos etapa de operación

Tipo de residuo	Clave CRETIB	Volumen probable de generación (semestral)
ACEITES LUBRICANTES GASTADOS. (RPNE1.1/03)	(T,I)	300 l
SÓLIDOS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO	(T,I)	70 kg

Emisiones a la atmósfera

Por ser la generación de energía eléctrica realizada mediante el aprovechamiento hidráulico y que para las labores de mantenimiento se estarán utilizando equipos y herramientas manuales y eléctricas, en la etapa de operación no se tendrán emisiones a la atmósfera. Por otro lado, la propia operación de la central no emitirá ruidos al exterior gracias a que se cuenta con el espesor del concreto que conforma el propio edificio de la casa de máquinas y que por las dimensiones de los equipos no existirán vibraciones por cavitación que provoquen ruido.

Aguas residuales

Se realizará la descarga de aguas residuales sanitarias en la central hidroeléctrica para lo cual se ha considerado la instalación de una fosa séptica prefabricada para el manejo y control de esas descargas, misma que evitará que las aguas residuales lleguen a contaminar el suelo o los cuerpos de agua en el sitio. La fosa contará con mantenimiento anual para estabilizar los residuos y se llevará un control estricto de su impermeabilidad.

Por otro lado, y considerando las características y condiciones de operación de la central hidroeléctrica, no se tendrán descargas de aguas residuales del tipo industrial.

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

Se cuenta en la región con 28 empresas dedicadas al tratamiento de suelos contaminados (In situ y Ex situ) las cuales se ubican principalmente en el área de Coatzacoalcos, todas ellas tienen capacidad suficiente para la atención de las necesidades del proyecto en los supuestos de llegarse a requerir esos servicios.

Por otro lado, existen 8 empresas dedicadas a la recolección y transporte de residuos peligrosos con las que se podrá contar para el envío de los aceites lubricantes gastados y sólidos contaminados que se generen con las actividades de la obra. Las empresas que por su cercanía se podrán contratar serían Ecoltec, S.A. de C. V. y Comercializadora y Transportadora Santa Inés, entre otras, que están ubicadas en el área de Córdoba y Orizaba, Veracruz.

Se cuenta en la región también con empresas dedicadas al reciclaje de aceites y recepción de residuos sólidos como es el ingenio Tres Valles, localizado en el municipio del mismo nombre y que se encuentra relativamente a corta distancia del proyecto (39 kilómetros). Sus coordenadas de localización son: 18° 15' 30" de Latitud Norte y 96° 10' 01" de Longitud Oeste.

La infraestructura que se ubica en la región es basta para el manejo de los residuos peligrosos que se pudieran estar generando tanto en la etapa de construcción como en la de operación del proyecto, por lo que no se encontrará ninguna problemática para el transporte y disposición adecuada de los mismos. ([ver mapa inf. y serv. disp. residuos](#))

Dentro de la población de Tuxtepec se localizan varios locales en donde se realiza la compraventa de cartón, papel y metales para su reciclaje, por lo que el reciclaje y disposición de este tipo de residuos que se pudieran generar en la obra podrá ser cubiertos a través de estos particulares.

El municipio de Tuxtepec cuenta con un sitio de tiro oficial para la disposición de los residuos domésticos, mismo que está ubicado en la zona industrial cercana a la localidad de Sebastopol y cubre las necesidades de acopio de residuos en este municipio, que de acuerdo a lo señalado por las autoridades encargadas, se realiza en el sitio la selección y distribución de residuos reciclables y biodegradables. La cantidad de residuos que se estarán generando en el proyecto será mínima, por lo que la capacidad del sitio para ofrecer el servicio no se verá afectada. Las coordenadas aproximadas de ubicación del sitio de disposición oficial son 18°01'32" de Latitud Norte y 96°10'24" de Longitud Oeste.

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

El proyecto de construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro, tiene vinculación con los instrumentos legales, reglamentarios y normativos de planeación que se describen y analizan en los siguientes apartados

III.1 Planes y Programas

De la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos emanan todas las disposiciones reglamentarias y normativas que rigen la actividad política, social y productiva de nuestro país, incluyendo las relativas a la protección al ambiente y la prestación de servicio público de energía eléctrica.

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PDN) 2007 2012

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece una estrategia clara y viable para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y, sobre todo, responsables. Está estructurado en cinco ejes rectores:

De acuerdo con lo anterior, el eje rector 4 Sustentabilidad Ambiental se vincula con algunos aspectos considerados en los lineamientos de Electricidad de Oriente, S de R. L. de C. V.

El Plan Nacional de Desarrollo establece la Sustentabilidad Ambiental como uno de sus principios fundamentales, plantea a la sustentabilidad ambiental como la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable.

Tabla 3.1.1. Vinculación entre los objetivos rectores del PND y los de Electricidad de Oriente S. de R. L. de C. V. en materia de protección al ambiente

Rubro 4.4 Gestión y justicia en materia ambiental	Lineamientos de Electricidad de Oriente, S. de R. L. de C. V
OBJETIVO 6 Garantizar que la gestión y la aplicación de la ley ambiental sean efectivas, eficientes, expeditas, transparentes y que incentive inversiones	Objetivos

Rubro 4.4 Gestión y justicia en materia ambiental	Lineamientos de Electricidad de Oriente, S. de R. L. de C. V
sustentables	Asegurar, dentro del marco de competencia y actualizado tecnológicamente el servicio de energía eléctrica, en condiciones de cantidad, calidad y precio
ESTRATEGIA 6.1 Promover el desarrollo de prácticas de gestión ambiental que contribuyan a la competitividad y el crecimiento económico	Objetivos
Las prácticas de gestión ambiental son un instrumento que favorece el uso eficiente de los recursos naturales y mejoran el desempeño y la competitividad de las actividades productivas. Éstas se dan tanto por la autoridad como por los agentes productivos.	Proteger el medio ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubicará la central hidroeléctrica. Ser reconocida por los usuarios como una empresa preocupada por el medio ambiente y orientada al servicio del cliente.
ESTRATEGIA 6.2 Fomentar la participación del sector privado en la incorporación de prácticas ecoeficientes en sus actividades productivas y en el desarrollo de la infraestructura ambiental.	Operar sobre las bases de indicadores nacionales en materia de ambiental, producción competitividad y tecnología Optimizar la utilización de infraestructura ambiental, física, comercial y de recursos humanos.

Como se puede observar la vinculación entre el proyecto Cerro de Oro y el Plan Nacional de Desarrollo se establece al mantener y/o crear infraestructura y servicios públicos para que se tenga un servicio eléctrico con calidad. Al mismo tiempo se tiene contemplado que durante el desarrollo de la central hidroeléctrica Cerro de Oro se ejecuten actividades para prevenir, mitigar y/o compensar todos aquellos efectos adversos al ambiente y sus ecosistemas que pudieran ser afectados por la realización del mismo.

El PND da origen a los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, en los cuales se especifican, para cada sector, los objetivos, las metas, las estrategias y las políticas a establecer en los próximos años.

Programas para instrumentar el Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2012

Los programas sectoriales que se elaborarán corresponderán a los sectores administrativos con base en lo dispuesto en los artículos 48 y 49 de la Ley Orgánica de la Administración Pública.

Para el cumplimiento de los objetivos y la atención de las prioridades nacionales, los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales a elaborarse atenderán entre otros, como tema prioritario para el desarrollo nacional, al de la energía

En virtud de que aún no se tienen los programas para instrumentar el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 se presenta a continuación el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2007

III.1.2 Programa Nacional de Medio Ambiente y recursos Naturales (PNMARN) 2001-2006

El PNMARN tiene como propósito principal satisfacer las expectativas de cambio de la población, construyendo una nueva política ambiental acorde con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo

El PNMARN contiene cuatro programas estratégicos para la gestión ambiental:

Programa Estratégico 1 Detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostienen la vida (agua, aire, y suelo)

Programa Estratégico 2 Detener y revertir la pérdida del capital natural

Programa Estratégico 3 Conservar los ecosistemas y la biodiversidad

Programa Estratégico 4 promover el desarrollo sustentable

En el PNMARN se menciona que el desarrollo debe ser limpio, preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos, también indica que para que exista un crecimiento con calidad se debe considerar la interacción de ámbitos económicos y social con el medio ambiente y los recursos naturales, con lo cual es compatible la implantación del proyecto hidroeléctrico Cerro de Oro.

III.1.3. Plan Puebla Panamá (PPP)

El PPP es un instrumento de cooperación que busca integrar a la región mesoamericana, coordinando esfuerzos y acciones de los siete países de Centroamérica y los nueve estados que integran la región Sur Sureste de México (Puebla, Oaxaca, Veracruz,

Guerrero, Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán) en la perspectiva de promover el desarrollo integral.

Este plan presenta una iniciativa energética donde se tiene como objeto promover el desarrollo económico y social de los pueblos de Mesoamérica, propiciando una mayor y mejor cobertura del servicio eléctrico y la conformación de mercados de esta región en este rubro para atraer la participación del sector privado, principalmente en el financiamiento de nuevos proyectos de generación que demanda el desarrollo económico de la región, a fin de reducir el costo de la electricidad para los usuarios finales y mejorar la competitividad de las empresas

La vinculación entre el PPP y los objetivos de Electricidad de Oriente S de R. L. de C. V, promoverte de este proyecto, es fortalecer y mantener la infraestructura eléctrica.

III.1.4. Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca

En este plan se precisan los objetivos generales, estrategias y prioridades de desarrollo integral del estado, también los lineamientos de política, de carácter global sectorial y regional; las previsiones en referencia al conjunto de la actividad económica y social; establece el régimen del contenido de los planes y programas que se generarán dentro de un sistema estatal de planeación democrática.

El objetivo del Plan Estatal de Desarrollo con el que se vincula el proyecto se refiere al fortalecimiento de los municipios tanto en los recursos financieros como humanos para que funcionalmente se conviertan en agentes de cambio para la sociedad y en el ámbito geográfico-económico y cultural cumplan con las expectativas de mejoría común de las condiciones de vida de sus habitantes.

Dentro de sus políticas ambientales se pretende promover y fortalecer la acción coordinada entre los tres niveles de gobierno así como la participación de los organismos sociales, instituciones académicas y de investigación, para conjuntar esfuerzos hacia la recuperación de un ambiente sano, la restitución de los recursos naturales, la biodiversidad y la generación de una cultura ambiental a la par del desarrollo sustentable.

Al respecto los objetivos de Electricidad de Oriente, S de R. L. de C. V. y por ende las actividades necesarias para la implantación del proyecto se vinculan estrechamente con dichas políticas

De acuerdo con dicho plan y debido a que en el estado de Oaxaca existe una gran diversidad geográfica, climática, de recursos naturales, de culturas y de niveles de desarrollo, se realizó una regionalización de tipo social y económico que agrupa a los municipios oaxaqueños en ocho regiones, en función de las características antes señaladas. Lo anterior con el fin de lograr un desarrollo más equilibrado; integrar a las

comunidades, acondicionar su territorio y aprovechar de manera equitativa y racional los recursos naturales para que se mejoren las condiciones de bienestar humano y social en la entidad.

Dichas regiones son: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales. La Central hidroeléctrica Cerro de Oro está ubicada en la del Papaloapan en el Distrito de Tuxtepec

III.1.5 Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Estratégico de San Juan Bautista (PDUCPESJB), Oaxaca (Plan Tuxtepec 2010)

Este instrumento esta orientado a regular los procesos urbanos, propiciando un desarrollo equilibrado en la localidad. Entre sus objetivos esta el de elevar la calidad de vida de sus habitantes, permitiendo el desarrollo de actividades económicas con un criterio de protección ambiental

Dicho plan fue publicado en el Periódico Oficial del Estado, el 17 de diciembre de 1994. Posteriormente el 12 de junio de 1999, se publicó el decreto por el que se aprueban modificaciones a dicho plan, para actualizar los usos y destinos del suelo, las densidades habitacionales y las vialidades en la ciudad de Tuxtepec. Cabe señalar que la estrategia y las modificaciones para este plan tendrán vigencia hasta el 2010, denominándose además de su nombre oficial como (PDUCPESJB) como Plan Tuxtepec 2010 (Gobierno del Estado de Oaxaca, 1994).

De acuerdo a este plan el desarrollo urbano de Tuxtepec esta ligado principalmente a su condición de centro de población prioritario y de servicios para el sistema regional Pacífico Sur; a la dinámica de las actividades productivas sobre las industriales y los movimientos de la población, esto último como consecuencia de los dos factores anteriores. Por lo que, con el fin de atender las condiciones actuales y las necesidades de desarrollo de esta ciudad, este plan incluye diversos objetivos generales y particulares, entre ellos los que se vinculan con el propósito de la construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro son los siguientes:

- Consolidar al centro de población como un núcleo industrial y de servicios comerciales, financieros, educativos, administrativos, de salud y de abasto, acopio y almacenamiento de nivel regional.
- Contribuir en la creación de las condiciones de infraestructura básica necesaria para la ampliación del parque industrial al suroeste del área urbana actual.

De lo anterior y en términos generales, en el Plan de Desarrollo Urbano de Tuxtepec se señala la necesidad de fortalecer la zona industrial, ubicada al suroeste de dicha población, con la infraestructura necesaria como vías de comunicación y servicio eléctrico.

Por lo que la construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro respaldará esta demanda local.

El municipio de San Juan Bautista Tuxtepec carece hasta el momento de un Plan de Desarrollo Municipal vigente.

III.2 Ordenamientos

Ordenamiento Ecológico Territorial OET del Estado de Oaxaca

El ordenamiento ecológico es un instrumento de planeación de la política ambiental que permite determinar programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales para cada región del país, así como impulsar el desarrollo de las actividades socioeconómicas de acuerdo a la vocación natural del suelo.

De acuerdo con la consulta al Instituto Estatal de Ecología de Oaxaca, esta entidad federativa no tiene Ordenamiento Ecológico del Territorio de la región de Papaloapan

Dentro de la región donde se localiza la presa Miguel de la Madrid Hurtado no se reportan áreas naturales protegidas y las poblaciones más importantes son: Tuxtepec, Paso Canoas, Santo Domingo y Sebastopol.

III.3 Unidades de Manejo

Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA)

El Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre SUMA fue elaborado en 1997, con el propósito de contribuir a compatibilizar y a reforzar mutuamente la conservación de la biodiversidad con las necesidades y producción y desarrollo socioeconómico de México, en el sector rural.

Este sistema integra bajo un concepto común los sitios que hasta 1996 se conocían de manera dispersa como criaderos extensivos e intensivos de fauna silvestre, zoológicos viveros y jardines botánicos, entre otros y se les denomina Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, UMA's, en ellas se promueven esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional ordenado y planificado de los recursos naturales renovables en ellas contenidos, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental.

En el estado de Oaxaca existen 37 UMA's de las cuales tres se encuentran en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, pero el proyecto no se ubica en ellas. Las UMA's que se localizan en el municipio se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3.3.1

Clave	Nombre
SEMARNAT-UMA-EX0008-OAX	Mazín Chico
SEMARNAT-UMA-EX0010-OAX	Xuta Naxijen Niyujñan Persona (Mazateca de Cerro Tepezcuntle)
SEMARNAT-UMA-EX0014-OAX	Santa Úrsula

III.4 Áreas Protegidas

Áreas protegidas en Oaxaca

Las Áreas Naturales Protegidas, ANP's: Son aquellas porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diferentes ecosistemas y de su biodiversidad, en donde el ambiente natural no ha sido esencialmente alterado por el hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación restauración y desarrollo.

Conforme al artículo 46 de la Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente las ANP's se clasifican en Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de los Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Santuarios

Las ANP's en el estado de Oaxaca son siete, las cuales se describen en la siguiente tabla

Tabla 3.4.1

Nombre del ANP	Superficie (ha)	Categoría	Decreto	Ecosistemas
Benito Juárez	2 737	Parque Nacional	30 12 37	Bosque de pino encino, selva baja caducifolia
Huatulco	11 890	Parque Nacional	24 07 94	Selva baja caducifolia, humedales, matorral de dunas costeras, manglares, pastos marinos, bancos de coral
Yagul	1 076	Monumento Natural	24 05 99	Selva subhúmeda caducifolia
Tehuacan – Cuicatlán	490 187	Reserva de la	18 09 98	Bosque tropical caducifolio

Nombre del ANP	Superficie (ha)	Categoría	Decreto	Ecosistemas
		Biosfera		
Playa de la Bahía de Chacahua	32	Santuario	29 10 86	Playa arenosa con 17.4 km donde anidan y desovan diversas especies de tortugas marinas
Lagunas de Chacahua	13 274	Parque Nacional	09 07 37	Selva espinosa, selva inundable, vegetación de dunas costeras, vegetación halófito, sabana, tular, palmar, manglar, selva subcaducifolia, selva subperinifolia y vegetación de galería
Playa de Escobilla	30	Santuario	29 10 86	Playa arenosa con 15km de extensión es el centro de anidación de tortugas marinas más importante del país y tercero a nivel mundial

La zona donde se pretende construir el proyecto no se ubica en ninguna de las Áreas Naturales Protegidas del Estado de Oaxaca.

Sistema Estatal de Conservación de Áreas Naturales (SECAN). El gobierno del estado de Oaxaca ha creado el SECAN, con el fin de proteger zonas cuyas características bióticas y abióticas son relevantes.

Cercana pero fuera de la zona de estudio se ubica el área denominada La Selva La Cabeza del Tigre, en donde existen dos tipos de selva Alta Perennifolia y mediana subperennifolia.

III.5 Regiones Prioritarias

III.5.1 Regiones Terrestres Prioritarias RTP's

El objetivo de las regiones terrestres prioritarias es el de establecer unidades desde el punto de vista ambiental para la parte continental del territorio donde se destaque la riqueza ecosistémica, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde además se tenga una oportunidad real de conservación .

Con base en la clasificación de CONABIO, las RTP's del estado de Oaxaca son ocho: Valle de Tehuacan Cuicatlán, Cerros negro-Yucaño, Sierras Triqi -Mixteca, El Tlacuache,

Bajo Río Verde Chacahua Sierra Sur y Costa e Oaxaca, Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe y selva Soque la Sepultura.

El área de estudio no se encuentra en ninguna de las Regiones Terrestres Prioritarias la más cercana es la denominada RTP Sierra Norte de de Oaxaca-Mixe a una distancia considerable de aproximadamente 25 kilómetros, siguiéndole la RTP “Humedales del Papaloapan” ubicada a una distancia aproximada de 40 kilómetros

III.5.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias RHP's

El Programa de RHP tiene como objetivo obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser utilizado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO, a nivel nacional, para el conocimiento y conservación de la biodiversidad en México.

De acuerdo con la clasificación de la CONABIO (2002), en el estado de Oaxaca existen tres regiones hidrológicas prioritarias RHP: Cuenca media y alta del río Coatzacoalcos, Río Verde-Laguna de Chacahua y Presa Miguel Alemán Cerro de Oro de donde, el área del proyecto se encuentra a una distancia de 6 kilómetros al sur del polígono que conforma esta RHP.

Por otro lado, el proyecto se localiza a una distancia de 16 kilómetros del extremo norponiente del polígono que conforma la RHP “Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan”, ubicada en el territorio del Estado de Veracruz

En la tabla 3.5.2.1 se describen las características de las tres Regiones Hidrológicas Prioritarias de Oaxaca.

III.5.3 Áreas de interés para la conservación de las aves, AICA's.

Con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, surgió el programa de las AICA's. Con el fin de identificarlas en el territorio mexicano, en 1998 se formaron cuatro coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro) las cuales determinaron en total 230 AICA's.

En el estado de Oaxaca existen diez AICA's, en una de ellas se localiza la zona de estudio Cerro de Oro

En la tabla 3.5.3.1 se describen las AICA's que se encuentran en el estado de Oaxaca.

III.6 Información Sectorial

En 1992 y con la reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica se incorpora a la inversión privada como complemento de los recursos públicos destinados al desarrollo del sector eléctrico.

Por otro lado, la hidroelectricidad ha alcanzado una participación significativa en la capacidad instalada de generación en el sector eléctrico mexicano.

Además de los pronósticos de demanda, los estudios de expansión consideran los proyectos de energía renovable, es decir: hidroeléctricos, geotérmicos y eólicos. La localización de las primeras es bastante libre, sujeta a políticas de uso de combustibles y a normatividades ambientales.

Por su parte, los hidroeléctricos, no sólo tienen la ventaja de asociarse a energías renovables, sino que se trata de opciones que pueden aprovechar, conjuntamente con otros usos, para satisfacer necesidades de agua potable, hidroagrícolas, de control de avenidas, de acuacultura y de comunicaciones; asimismo, estos proyectos tienen asociado un "combustible" que aunque tiene aleatoriedad en su disponibilidad, no tiene incertidumbre en sus precios.

III.6.1 Sector energético

La propuesta del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 de modificar al sector energético en un instrumento efectivo que impulse el desarrollo económico, promover el social y garantizar un desarrollo sustentable. Dentro de este contexto, la visión del sector energético para el año 2025 incluye la participación de inversión privada dentro de un marco legal, regulado y adecuado con el que se propicia el uso eficiente de la energía, logrando así insumos energéticos a precios competitivos. Con esta perspectiva, la Secretaría de Energía fortalece su misión de conducir la política energética del país en apego al marco constitucional vigente, a fin de garantizar el suministro competitivo, y ambientalmente sustentable.

III.6.2 Industria eléctrica

Un elemento central del Plan Nacional de Desarrollo, lo constituye el servicio energía eléctrica para toda la población, con el propósito de incorporarlos a la dinámica general del país y coadyuvar con mayores oportunidades productivas para la población al tiempo que se fortalece su nivel de vida. Por lo tanto, el objetivo de la industria eléctrica radica en contar con la capacidad de abasto suficiente con estándares de calidad que satisfagan la demanda eléctrica en el corto y largo plazo.

III.6.2.1 Reestructuración y marco regulatorio de la industria eléctrica

En el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se señala que el marco normativo y regulatorio de la industria eléctrica requiere ser modificado, para permitir la participación

de capital privado complementario a la inversión estatal. En este contexto, y para proveer de certidumbre a la industria eléctrica, la política energética de la presente administración considera mantener la rectoría del Estado sobre el control y la operación del Sistema Nacional de Transmisión, así como establecer una política equitativa de subsidios y aplicar un plan de tarifas eléctricas competitivas.

En el marco de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica desde el 23 de diciembre 1992 en su artículo 36 contempla el esquema, bajo el cual se inserta el Proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro".

Artículo 36. - La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, considerando los criterios y lineamientos de la política energética nacional y oyendo la opinión de la Comisión Federal de Electricidad, otorgará permisos de autoabastecimiento, de cogeneración, de producción independiente, de pequeña producción o de importación o exportación de energía eléctrica, según se trate, en las condiciones señaladas para cada caso:

De autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, siempre que no resulte inconveniente para el país a juicio de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Para el otorgamiento del permiso, se estará a lo siguiente:

- a) Cuando sean varios los solicitantes para fines de autoabastecimiento a partir de una central eléctrica, tendrá el carácter de copropietarios de la misma o constituirán al efecto una sociedad cuyo objeto sea la generación de energía eléctrica para satisfacción del conjunto de necesidades de autoabastecimiento de los socios. La sociedad permisionaria no podrá entregar energía eléctrica a terceras personas físicas o morales que no fueren socios de la misma al aprobarse el proyecto original que incluya planes de expansión, excepto cuando se autorice la cesión de derechos o la modificación de dichos planes; y
- b) Que el solicitante ponga a disposición de la Comisión Federal de Electricidad sus excedentes de producción de energía eléctrica, en los términos del Artículo 36Bis.

Y con su Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 1993. Con sus reformas hasta el 25 de julio de 1997 en lo relativo al:

Artículo 72.- Los particulares podrán realizar:

I. La generación de energía eléctrica para cualquiera de los fines que a continuación se señalan:

- a) Su venta a la Comisión;
- b) Su consumo por los mismos particulares en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;
- c) Su uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica, y
- d) Su exportación;

III.6.2.2 Participación de la inversión privada

La política actual impulsa la participación de empresarios nacionales e internacionales en obras proyectadas como parte de equipamientos de infraestructura hidráulica existente cuyo aprovechamiento de excedentes le confieren características de sustentabilidad.

Bajo este esquema, la participación de la inversión privada en el sector del Proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro", contribuirá en forma importante con los alcances del programa económico de recuperación del crecimiento con estabilidad, al abastecer al mercado interno de los insumos básicos que requiere la planta productiva y a la vez generar excedentes disponibles para el mercado eléctrico, diversificando el uso del recurso agua sin provocar efectos colaterales negativos a la ecología.

III.6.2.3 Capacidad instalada y generación bruta de energía eléctrica

La generación bruta de energía eléctrica, tanto pública como privada, durante el período diciembre de 2000 a diciembre de 2001 equivale a aproximadamente 156,296.3 Gigawatt hora (Gwh), cantidad superior en 2.3 por ciento a la obtenida en igual tiempo el año anterior. De este volumen, 145,966.3 Gwh fueron generados por el sector paraestatal y 10 330 Gwh, por el sector privado, cifras 1.7 y 11.6 por ciento superiores, respectivamente, a las del mismo periodo del año pasado.

A agosto de 2001, la capacidad instalada de generación de energía eléctrica pública y privada alcanzó los 42,853.6 Mw, lo que representa un incremento de 4.8 por ciento respecto al registrado en el mismo periodo anterior.

III.6.2.4 Sustentabilidad

El autoabastecimiento representa una herramienta más para fomentar el uso eficiente y racional de los recursos hidráulicos, para generar electricidad, al aprovechar los excedentes de capacidad disponible que existen en algunas regiones del país, que ya cuentan con infraestructura de presas.

Por su parte, la Comisión Reguladora de Energía otorgó 25 permisos a particulares para generar electricidad, de los cuales 19 corresponden a autoabastecimiento, cinco a cogeneración y uno a importación.

Algunos de los proyectos bajo esta modalidad son: Energía y Agua Pura de Cozumel central termoeléctrica de 30 MW, Energía de Veracruz I –II proyectos de 651 y 279 MW, respectivamente, Termoeléctrica del Golfo, primera planta en México de lecho fundido con capacidad de 250MW, etc.

Cabe mencionar que el aprovechamiento de este potencial implica la participación en la utilización de diversos bienes nacionales como: agua, presas, embalses, canales, cauces etc., que de acuerdo con el esquema de sustentabilidad, con el Proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro" se dará un uso múltiple a mucha de la infraestructura hidráulica existente, sin provocar daños ambientales, daños a los ecosistemas, daños graves al ecosistema, desequilibrio ecológico grave e impactos ambientales acumulativos. Por lo que respecta a los impactos ambientales sinérgico, significativo o relevante y residual que pudiera llegar a producirse durante la construcción de la Central Hidroeléctrica, serán mitigados a través

de las medidas de mitigación y programas de restauración presentados en la presente manifestación de impacto ambiental.

III.6.3 Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico. (POISE)

El Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) es el resultado de estudios coordinados dentro del marco de la planificación integral del sistema eléctrico del país.

La selección de los componentes del sistema, su programación en el tiempo y la definición de los sitios para su instalación son actividades importantes en el proceso de decisión con implicaciones técnicas, económicas, ambientales y sociales a nivel nacional.

La planificación del sistema eléctrico se realiza aprovechando, tanto en el corto como en el largo plazos, las mejores opciones de inversión y producción de energía que permitan satisfacer la demanda futura de electricidad a costo global mínimo y con un nivel adecuado de confiabilidad y calidad. Para ello se consideran los costos de inversión, operación, y energía no suministrada, así como las disposiciones nacionales en materia energética, financiera, ambiental y social.

La elaboración del POISE es una actividad dinámica, pues de manera continua se van incorporando las modificaciones en montos y alcances de los proyectos que imponen nuevas circunstancias. El ciclo de revisión integral del POISE es anual, y en él se toman como base los escenarios macroeconómicos del país elaborados cada año por la Secretaría de Energía (SENER), coordinadora del sector.

III.6.3.1 Programa de autoabastecimiento.

En el periodo de 2005 al 2014 se estima que el consumo autoabastecido crecerá 22% y llegaría a 25TWh en 2014. Este monto representaría 6.7% del consumo nacional en ese año. El autoabastecimiento remoto que utiliza la red eléctrica llegaría en el mismo año a 12 TWh.

Si los proyectos de autoabastecimiento previstos se concretan, su capacidad instalada representará 8.6% de la total.

III.6.4 Programas sectoriales:

En virtud de que aún no se desarrolla el Programa sectorial de Energía 2007 – 2012 se citará el siguiente:

Programa Sectorial de Energía 2001 –2006

El Programa Sectorial de Energía 2001 –2006 tiene el propósito fundamental de contribuir a garantizar la viabilidad del sector energético en el largo plazo, manteniendo la soberanía energética y haciendo el mejor uso de los recursos energéticos para los mexicanos de hoy y de las generaciones futuras.

El Programa es el producto de las opiniones y propuestas ciudadanas realizadas durante la consulta nacional que permitió elaborar el Plan Nacional de Desarrollo 2001–2006 (PND), de las opiniones expertas vertidas en el Foro Nacional del Sector Energético y de las aportaciones de las entidades y organismos del sector, cuyo detalle aparece en los anexos.

El Programa tiene una vinculación muy estrecha con los propósitos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2001 – 2006., la estructura del mismo se basa en diez objetivos estratégicos, que tienen pleno sustento en el PND, lo cual facilita su lectura y permite al interlocutor identificar las metas y cómo se pueden medir.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se establece que el sector energético debe contar con una regulación moderna y transparente que garantice la calidad en el servicio, así como precios competitivos; asegurar recursos para que las empresas públicas del sector puedan cumplir sus objetivos; Facilitar la competencia e inversión y promover la participación de empresas mexicanas en los proyectos de infraestructura energética, y que uno de los objetivos para el 2006 es contar con empresas energéticas de alto nivel con capacidad de abasto suficiente, estándares de calidad y precios competitivos.

De los objetivos específicos de este programa el Proyecto Hidroeléctrico “Cerro de Oro”, se relacionan estrechamente por:

Contribuir al establecimiento de un mercado eléctrico en el cual los generadores privados venderían su generación y los compradores públicos y privados han de satisfacer sus necesidades de energía a corto y largo plazo bajo condiciones de competencia sin importar el tipo de tecnología (hidroeléctrica, gas natural, carbón, viento, etc.), permitiendo a los generadores privados establecerse sin que se requiriesen garantías gubernamentales para su funcionamiento;

Se inserta dentro del marco legal vigente que permite nuevos esquemas de comercialización a los sectores social y privado;

Fortalecer al órgano regulador en forma técnica, administrativa y jurídica;

Mantener certidumbre en el largo plazo con respecto a las tarifas del servicio público, a fin de motivar el desarrollo de proyectos de autoconsumo, y

Contribuye a promover el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, geotermoeléctricos, eólicos, solares, etc., tanto al interior como al exterior del sector.

III.7 Instrumentos normativos

Por su naturaleza y características de construcción, operación y mantenimiento el Proyecto Hidroeléctrico “Cerro de Oro” estará regulado en su totalidad por:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Por ser reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, referida a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente. Sus disposiciones son de orden público e interés social.

Es aplicable en los siguientes artículos

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

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

“**ARTICULO 32.** - En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta Ley, las autoridades competentes de los Estados, el Distrito Federal o los Municipios, podrán presentar dichos planes o programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta Ley.”

“**ARTÍCULO 88.** Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se consideran, entre otros, los siguientes criterios:

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

Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca

El proyecto “Cerro de Oro” se vincula con:

TITULO TERCERO: Aprovechamiento sustentable de los elementos naturales.

CAPITULO I: Aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos.

ARTICULO 69.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se consideraran los siguientes criterios:

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

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

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

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

ARTICULO 70.- Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos serán considerados en:

I.- Formulación e integración del programa estatal hidráulico;

II.- Otorgamiento de concesiones, permisos y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o pueden afectar el ciclo hidrológico;

III.- El establecimiento de zonas reglamentadas de veda o de reserva;

IV.- La suspensión o revocación de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgadas conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico;

VII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

Ley de Aguas Nacionales

Por ser reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales, es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social.

Es aplicable en los siguientes artículos

“ARTÍCULO 7” Se declara de utilidad pública:

“.....III. El aprovechamiento de las aguas nacionales para la generación de energía eléctrica destinada a servicios públicos.”

“ARTÍCULO 20. La explotación uso o aprovechamiento de las aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de “La Comisión Nacional del Agua, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.”

“ARTÍCULO 24. El término de la concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales no será menor de cinco años ni mayor de cincuenta años.

Tales concesiones o asignaciones en los términos del artículo 22, se prorrogarán por igual término por el que se hubieren otorgado si sus titulares no incurrieren en las causales de terminación previstas en la presente ley y lo soliciten dentro de los cinco años previos al término de su vigencia.

En tanto se resuelven las solicitudes de prórroga de concesión o asignación, continuarán en vigor los títulos con respecto a los cuales se formulen”

“ARTÍCULO 26. - Se suspenderá la concesión o asignación para el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, independientemente de la aplicación de las sanciones que procedan, cuando:

I.- El concesionario o asignatario no cubra los pagos que conforme a la ley debe efectuar por la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas o por los servicios de suministro de las mismas, hasta que regularice tal situación;

II.- El concesionario o asignatario no permita que se efectúe la inspección, la medición o verificación sobre los recursos e infraestructura hidráulica concesionada o asignada, hasta que regularice tal situación; y

III.- El concesionario o asignatario no cumpla con el título de concesión o asignación por causas comprobadas imputables al mismo, hasta que regularice tal situación. En todo caso, se otorgará al concesionario o asignatario un plazo de quince días hábiles para que regularice su situación, antes de aplicar la suspensión respectiva.”

“ARTÍCULO 27.- La concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales sólo podrá terminar por:

I.- Vencimiento del plazo establecido en el título, excepto cuando se hubiere prorrogado en los términos del artículo 24, o renuncia del titular;

II.- Revocación por incumplimiento, en los siguientes casos:

- a) Disponer del agua en volúmenes mayores que los autorizados, cuando por la misma causa el beneficiario haya sido suspendido en su derecho con anterioridad;
 - b) Dejar de pagar las contribuciones o aprovechamientos que establezca la legislación fiscal por la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales o por los servicios de suministro de las mismas, cuando por la misma causa el beneficiario haya sido suspendido en su derecho con anterioridad;
 - c) No ejecutar las obras y trabajos autorizados para el aprovechamiento de aguas y control de su calidad, en los términos y condiciones que señala esta ley y su reglamento;
 - d) Transmitir los derechos del título en contravención a lo dispuesto en esta ley; o
 - e) Incumplir con lo dispuesto en la ley respecto de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales o preservación y control de su calidad, cuando por la misma causa al infractor se le hubiere aplicado con anterioridad sanción mediante resolución que quede firme, conforme a las fracciones II y III del artículo 120.
- III.- Caducidad declarada por “La Comisión”, cuando se deje de explotar, usar o aprovechar aguas nacionales durante tres años consecutivos;
- IV.- Rescate de la concesión o asignación por causa de utilidad o interés público, mediante pago de indemnización cuyo monto será fijado por peritos, en los términos previstos para la concesión en la Ley General de Bienes Nacionales; o
- V.- Resolución Judicial.”

“ARTÍCULO 28.- Los concesionarios o asignatarios tendrán los siguientes derechos:

- I.- Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el artículo 113, en los términos de la presente ley y del título respectivo;
- II.- Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente ley y su reglamento;
- III.- Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan;
- IV.- Transmitir los derechos de los títulos que tengan, ajustándose a lo dispuesto por esta ley;
- V.- Renunciar a las concesiones o asignaciones y a los derechos que de ellas se deriven;
- VI.- Solicitar correcciones administrativas o duplicados de sus títulos;

VII.- Obtener prórroga de los títulos por igual término de vigencia, de acuerdo con lo previsto en el artículo 24; y

VIII.- Las demás que le otorguen esta ley y su reglamento.”

“**ARTÍCULO 29.-** Los concesionarios o asignatarios tendrán las siguientes obligaciones:

I.- Ejecutar las obras y trabajos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas en los términos y condiciones que establece esta ley y su reglamento y comprobar su ejecución para prevenir efectos negativos a terceros o al desarrollo hidráulico de las fuentes de abastecimiento o de la cuenca;

II.- Cubrir los pagos que les correspondan de acuerdo con lo establecido en la legislación fiscal vigente y en las demás disposiciones aplicables;

III.- Sujetarse a las disposiciones generales y normas en materia de seguridad hidráulica y de equilibrio ecológico y protección al ambiente;

IV.- Operar, mantener y conservar las obras que sean necesarias para la estabilidad y seguridad de presas, control de avenidas y otras que de acuerdo a las normas se requieran para seguridad hidráulica;

V.- Permitir al personal de “La Comisión” la inspección de las obras hidráulicas utilizadas para explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales, incluyendo la perforación y alumbramiento de aguas de subsuelo, y permitir la lectura y verificación del funcionamiento de los medidores y las demás actividades que se requieran para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en la presente ley;

VI.- Proporcionar la información y documentación que les solicite “La Comisión” para verificar el cumplimiento de las condiciones contenidas en esta ley y en los títulos de concesión, asignación o permiso a que se refiere la presente ley;

VII.- Cumplir con los requisitos de uso eficiente del agua y realizar su reuso en los términos de las normas oficiales y de las condiciones particulares que al efecto se emitan; y

VIII.- Cumplir con las demás obligaciones establecidas en esta ley y su reglamento.”

“**ARTÍCULO 79.-** El Ejecutivo Federal determinará si las obras hidráulicas correspondientes al sistema hidroeléctrico deberán realizarse por *La Comisión* o por la Comisión Federal de Electricidad.

La Comisión podrá utilizar o concesionar la infraestructura a su cargo para generar la energía eléctrica que requiera y también podrá disponer del excedente, en los términos de la ley aplicable y conforme a la materia.

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

El proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro" se vincula con los siguientes artículos de este reglamento:

"ARTÍCULO 5°.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

.....K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelctricas, eoloelctricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogas, con excepci3n de las plantas de generaci3n con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcci3n de estaciones o subestaciones elctricas de potencia o distribuci3n;

III. Obras de transmisi3n y subtransmisi3n elctrica, y

IV. Plantas de cogeneraci3n y autoabastecimiento de energa elctrica mayores a 3 MW."

Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas, Normas de Referencia y acuerdos normativos aplicables al Proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro".

AIRE

NOM-041-SEMARNAT-1996.- Que establece los límites máximos permisibles de emisi3n de gases contaminantes provenientes del escape de los vehculos automotores en circulaci3n que usa gasolina como combustible

NOM-042-SEMARNAT-1993.- Que establece el nivel máximo permisible de hidrocarburos no quemados, mon3xido de carbono y 3xidos de nitr3geno de automotores nuevos, así como hidrocarburos evaporados.

NOM-044-SEMARNAT-1993.- Que establece el nivel máximo permisible de hidrocarburos, mon3xido de carbono y 3xidos de nitr3geno, partículas suspendidas, así como opacidad de humo de motores que utilizan diesel.

NOM-050-SEMARNAT-1993.- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape del vehículo automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles como combustible.

RUIDO

NOM-080-SEMARNAT-1994. - Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

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

IMPACTO AMBIENTAL EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

NOM-113-SEMARNAT-1998. - Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

NOM-114-SEMARNAT-1998. - Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

SALUD AMBIENTAL

NOM-012-SSAI-1993. - Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.

NOM-048-SSAI-1993. -Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.

NOM-056-SSAI-1993. - Que establece los requerimientos sanitarios del equipo de protección personal.

SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE LABORAL

NOM-001-STPS-1993. - Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.

NOM-002-STPS-1993. - Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1993. - Relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipos y accesorios en los centros de trabajo.

NOM-011-STPS-1993. - Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-1993. - Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

Tabla N°3.5.2.1 Descripción de las Regiones Hidrológicas Prioritarias del Estado de Oaxaca

RHP	Entidades Federativas	Recursos hídricos principales	Biodiversidad	Problemática	Conservación
Río Verde – Laguna de Chacahua	Oaxaca	Lénticos: lagunas costeras de Chacahua, Pastoría, Miagua, Manialtepec, y Espejo Lóticos: Río Atoyac, Ocotlán, Verde, San Francisco y afluentes	Vegetación manglar, palmar, sabana, selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia, bosques de pino encino pastizal inducido y cultivado. Flora característica : <i>Melocactus delessertianus</i> y otras fanerógamas. Fauna característica: moluscos crustáceos y aves	Modificación del entorno, sobreexplotación de afluentes, tala y deforestación, represas en los ríos y falta de agua dulce, laguna de Chacahua muy alterada por alta demanda de biológica de oxígeno (DBO) así como una alta tasa de sedimentación de partículas debido a la erosión de suelos sobreexplotación en pesca y pastoreo	Gasto ecológico mínimo para las lagunas costeras restricción de actividades agrícolas, planeación y manejo racional de la pesca en lagunas costeras restricción de actividades agrícolas, obras de infraestructura para saneamiento de lagunas costeras.
Presa Miguel Alemán Cerro de Oro	Oaxaca	Lénticos: Presa Cerro de Oro (Miguel de la Madrid Hurtado) y Temascal (Miguel Alemán) Lóticos: ríos Tonto, Usila, Petlapa y Sto Domingo, arroyos de alta pendiente.	Vegetación selva alta perennifolia, subperennifolia y baja caducifolia, bosques de pino –encino y de encino –pino, de pino y mesófilo de montaña, acahuals, matorral xerófilo, pastizal cultivado y vegetación riparia	Modificación del entorno: el desmonte de la superficie circundante por actividad humana origina aportes de sedimentos hacia el vaso de las presas, azolvándolas, eutrofización del sistema y la consiguiente proliferación de macrofitas acuáticas e insectos dañinos para el hombre, contaminación por desechos sólidos así como aguas residuales domésticas, fertilizantes y pesticidas.	Es importante como refugio de fauna silvestre especialmente de aves acuáticas, tanto de especies nativas como las introducidas. Planeación de alternativas para la productividad pesquera.
Cuenca Media y Alta del Río	Veracruz y Oaxaca	Lénticos: zona inundable de la	Vegetación riparia tular y popal en zonas	Zonas desmontadas para cultivo, relleno de áreas	Se requiere conservar las zonas de selva alta y

Tabla N°3.5.2.1 Descripción de las Regiones Hidrológicas Prioritarias del Estado de Oaxaca

RHP	Entidades Federativas	Recursos hídricos principales	Biodiversidad	Problemática	Conservación
Coatzacoalcos		cuenca media Lóticos: ríos Coatzacoalcos, jaltepec y Sarabia, arroyos y pequeños manantiales	inundables, bosques mesófilo de montaña, de pino y de pino –encino, selvas alta perennifolia y mediana subperennifolia	inundables, deforestación, modificación de la vegetación natural y azolvamiento de ríos, construcción de carreteras. Contaminación por agroquímicos y aguas residuales.	mediana, y controlar los procesos de azolvamiento en ríos.
Humedales del Papaloapam, San Vicente y San Juan	Veracruz	Lénticos: laguna de Alvarado, Buen País y Camaronera Lóticos: Sistema Papaloapan: ríos Papaloapan, San Juan Evangelista, San Vicente, San Agustín y Blanco.	Vegetación: sabana, manglar, popal, tular, palmar, selva baja perennifolia inundable, matorral espinoso inundable, vegetación acuática, pastizal cultivado y natural. Varias comunidades acuáticas de hidrófitas emergentes, palmares (palma de agua) y tasitales (palmar bajo inundable). Alta diversidad de hábitats acuáticos: ríos, meandros, humedales, lagunas y pantanos. Alta producción primaria y secundaria.	Modificación del entorno: construcción de carreteras, relleno de áreas inundables y modificación de la vegetación por actividades agrícolas (cultivo de caña); contaminación: por actividad petrolera y desechos de la industria azucarera (ingenio San Cristóbal) y papelera, desechos industriales y urbanos; violación de vedas y tallas mínimas. uso de suelo agrícola y ganadero.	Se requiere tratar los efluentes de ingenios, vigilar las actividades agrícolas, sobre todo con respecto a la desecación de áreas inundables. Falta conocimiento de la diversidad en el área de humedales y ambientes lóticos.

Tabla N° 3.5.2.2.- AICA's en el Estado de Oaxaca cercanas a la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro

Nombre	Tenencia de la Tierra	Uso de la tierra y cobertura	Amenazas	Descripción	Justificación
Chimalapas	Ejidal	Forestal, conservación, agricultura.	Explotación inadecuada de recursos, deforestación	Bosque tropical perennifolio virgen que contiene además buenas porciones de bosque mesófilo de montaña	Contiene una alta riqueza así como varias especies consideradas en peligro de extinción y bajo protección especial.
Sierra Norte	Ejidal y Federal	Forestal áreas urbanas, conservación	Ganadería, agricultura, explotación inadecuada de recursos, tráfico y cacería furtiva, introducción de especies exóticas, deforestación, desarrollo urbano, desarrollo industrial, agroforestería.	Sistema montañoso alto, escarpado, disectado por profundos cañones como los de los ríos Cajones, Soyolapan y Santo Domingo. Su altitud varía de 50msnm al sur del distrito de Tuxtepec hasta 3700msnm en el cerro de Cempoaltépetl, en la zona Mixe	Se tienen especies amenazadas para América, presenta bosque mesófilo muy extenso y conservado en el país, así como bosque tropical caducifolio, pino-encino y selva húmeda, se tiene por lo menos 66 especies endémicas para la sierra norte.
Sierra de Miahatlán	Ejidal		Deforestación, agricultura, estupefacientes y ganadería	Montañas aisladas de la Sierra Madre del Sur de Oaxaca	Contiene especies consideradas como amenazadas globalmente
Valle de Tehuacán	Ejidal y Privada	Áreas urbanas y ganadería	Ganadería, comercio, agricultura, en algunas áreas siembra de pasto resistente	Bosque de cactáceas columnares, con alta diversidad de cactáceas y plantas vasculares, casi 3000 especies de plantas vasculares, 45 especies de las 70 de cactáceas	Bioma único por sus características biológicas y por las características de su avifauna que comparten muchas especies con la zonas aledañas más húmedas y unas pocas con

Tabla N° 3.5.2.2.- AICA's en el Estado de Oaxaca cercanas a la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro

Nombre	Tenencia de la Tierra	Uso de la tierra y cobertura	Amenazas	Descripción	Justificación
				columnares ocurren en el valle. Centro de endemismo y diversificación de cactáceas.	la avifauna de desiertos más norteños
Tlaxiaco	Ejidal	Agricultura y ganadería		Bosques de coníferas	Contiene una de las poblaciones de <i>Eupherusa poliocerca</i>
Cerro de Oro	Ejidal	Ganadería, áreas urbanas y agricultura	Explotación inadecuada de recursos, deforestación, ganadería y agricultura	La zona se encuentra a 18 km del poblado de Tuxtepec en la cuenca del Papaloapan al norte de Oaxaca cerca de los límites de Veracruz	Es un refugio de una gran diversidad de aves, de las cuales la mayoría de las especies que la habitan son típicas de selva. Se conserva parte importante de la avifauna original, dentro de las especies endémicas que se registran dentro de la zona, así como de las amenazadas o en peligro de extinción
Presa Temascal	Ejidal, Privada y Federal	Agricultura y ganadería	Desmante de la superficie circundante por actividad humana originando aporte de sedimentos hacia la presa	Se encuentra ubicada en las sierras de Zongolica de Juárez y Tuxtepec y la vertiente del Golfo	Es un refugio de fauna silvestre especialmente de aves acuáticas
Laguna de Manialtepec	Ejidal y Comunal	Ganadería turismo, pesca y agricultura	Introducción de especies exóticas. Desarrollo industrial y urbano,	Laguna tipo intermitente, formada por barreras arenosas, en sus	

Tabla N° 3.5.2.2.- AICA's en el Estado de Oaxaca cercanas a la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro

Nombre	Tenencia de la Tierra	Uso de la tierra y cobertura	Amenazas	Descripción	Justificación
			turismo, deforestación ganadería agricultura y explotación inadecuada de recursos	alrededores y área de influencia se presentan manglar, vegetación acuática, dunas costeras, selva baja, matorral espinoso, palmar y acahual	
Laguna de Chacahua-Pastoría	Ejidal y federal	Agricultura, minería, ganadería y turismo	Sobreexplotación de afluentes, tala y deforestación, en la laguna existe una alta contaminación por una alta demanda biológica de oxígeno (DBO)	Laguna costera con tipo de vegetación manglar, palmar, sabana, selva baja caducifolia, bosques de pino- encino, de pino, de encino, pastizal inducido y cultivado	La Laguna de Chacahua es considerada parque nacional desde 1937
Cerro Piedra Larga	Ejidal Privada	Forestal, áreas urbanas agricultura y ganadería	Deforestación, explotación inadecuada de recursos, agricultura y ganadería	Se ubica entre dos sistemas montañosos, al norte del nudo de Zempoaltépetl y al sur la sierra de Miahuatlán, es una zona de faunas mixtas entre la Sierra madre oriental y la Sierra Madre del Sur	

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

Como ya se mencionó en el capítulo III no existe Ordenamiento Ecológico para el área de estudio por lo que no se utilizará la regionalización de la Unidades de Gestión Ambiental.

De acuerdo a sus dimensiones, 6,072 m², la Central Hidroeléctrica "Cerro de Oro" quedará ubicada dentro de la zona federal de la Presa Hidráulica Miguel de la Madrid Hurtado ([croquis Cap. I](#); [foto N° 2](#)), sitio con alteraciones en sus condiciones ambientales originales cuya vegetación secundaria predomina.

De acuerdo con las actividades a desarrollar durante las diferentes etapas del proyecto y a las características del medio natural y social, el área de influencia del proyecto se determinó con base en:

a) Las dimensiones del proyecto

La superficie que ocupará en su totalidad el proyecto hidroeléctrico "Cerro de Oro" será de 6,072 m² para la Central Hidroeléctrica y Subestación que incluye el ordenamiento de la infraestructura: casa de máquinas, patios de maniobras, subestación eléctrica, (fotos N° [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)).

La línea de transmisión (fotos N° [16](#), [17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#), [22](#), [23](#), [24](#), [25](#), [26](#), [27](#), [28](#), [29](#), [30](#), [31](#), [32](#), [33](#), [34](#), [35](#), [36](#), [37](#), [38](#)) con longitud de 10.5 km aproximadamente ocupará un área total de 262,562 m² (26-25-62 ha) que incluye la longitud del tramo por el ancho del derecho de vía (25m).

El conjunto y tipo de obras a desarrollar.

Las tablas N° 4.1 y 4.2 muestran el conjunto de obras a desarrollar

Tabla N° 4.1 Obras de Generación y sus acciones sobre el medio natural alterado

N°	Tipo Obras de generación	Acciones sobre el medio
1	Túnel de conducción y obra de toma	Excavación

N°	Tipo Obras de generación	Acciones sobre el medio
2	Tubería a presión	Excavación
3	Casa de Máquinas	Excavación
4	Subestación eléctrica	Conformación, plataforma

Tabla N° 4. 2 Obras de Transmisión y sus acciones sobre el medio

N°	Tipo Obras de transmisión	Acciones sobre el medio natural
1	Colocación de las líneas	Despalme
2	Instalación de torres	Excavación y cimentación

La ubicación y características de las obras y actividades asociadas y provisionales

De acuerdo con las características de las obras, conforme al proyecto ejecutivo, las actividades asociadas y provisionales se presentan en las tablas N° 4.3 y 4.4

Tabla N° 4. 3 Obras de Generación de Electricidad y actividades asociadas

N°	Obras de generación	Ubicación	Actividades asociadas y provisionales
1	Túnel de conducción y obra de toma	Sección subterránea de la zona federal y de la cortina de la presa.	Formación de ataguía de control y protección del sitio.
2	Tubería de presión	En la zona federal a un costado del talud seco de la cortina	Trinchera para alojamiento de tubería y anclaje de concreto
3	Casa de Máquinas	En la zona federal, al pie del talud de la cortina aguas abajo	Edificio de concreto reforzado, instalación de talleres y campamentos

Tabla N° 4.4 Obras de Transmisión y sus actividades asociadas

N°	Obras de transmisión	Ubicación	Actividades asociadas y provisionales
1	Colocación de las líneas	De la subestación de la central hidroeléctrica hasta su conexión con la subestación Benito Juárez (Sebastopol)	Preparación de brecha para tendido de cableado, interconexión con S.E. B.Juárez existente
2	Instalación de torres	Dentro del derecho de vía de la línea de transmisión	Despalme y excavación de cepas de cimentación

Los sitios para la disposición de desechos.

En el zona no existen sitios adecuados para la disposición de los desechos domésticos, por lo que éstos serán enviados al tiro oficial municipal, previa aprobación y pago de derechos respectivo ante la Dirección de Servicios Básicos de Tuxtepec, autoridad local competente en la materia.

En cuanto a residuos peligrosos y reciclables, la región cuenta con 28 empresas dedicadas al tratamiento de suelos contaminados (In situ y Ex situ) las cuales se ubican principalmente en el área de Coatzacoalcos. Por otro lado, existen 8 empresas dedicadas a la recolección y transporte de residuos peligrosos, todas ellas con capacidad suficiente para atender los requerimientos que se pudieran dar de estos servicios en las etapas de construcción y operación del proyecto (ver mapa de ubicación de infraestructura para manejo y disposición de residuos).

Cercano a la zona del proyecto se localiza el ingenio Tres Valles, localizado en el municipio del mismo nombre, cuenta con autorización por parte de la SEMARNAT para el manejo de sólidos y lubricantes gastados y se encuentra relativamente a corta distancia del proyecto (39 kilómetros), por lo que satisface las necesidades del proyecto para disposición adecuada de los residuos peligrosos que se estuvieran generando en la obra.

b) Los factores sociales y económicos considerados.

Toda la infraestructura que constituye el Proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro" quedará ubicada dentro del municipio de Tuxtepec, Estado de Oaxaca, cuyas vías de comunicación primarias permiten el acceso a la zona federal; por consiguiente todas las actividades incidirán tanto directa como indirectamente en este municipio, inclusive el trazo de la línea de transmisión;

Los municipios y poblados de Oaxaca más cercanos a la zona del proyecto son: Los Reyes, Santa Ursula, Paso Canoa, Camelias y Benito Juárez, Tuxtepec, éstos tendrán una interacción directa con el proyecto Hidroeléctrico.

El establecimiento y comportamiento de la población que directamente interactuará con el proyecto hidroeléctrico tiene y tendrá un impacto sobre los recursos naturales y el medio ambiente. En este caso la relación población-ambiente es extremadamente compleja puesto que implica cadenas o procesos de múltiple causalidad, la gran mayoría de ellos basados o modelados por la construcción y operación de la presa Cerro de Oro. Cabe señalar que aunque esta interrelación no es siempre directa, sí se manifiesta de múltiples formas y a través de diversos factores (económicos, territoriales, culturales, etc.) que en general marcan el proceso de desarrollo y su vinculación con su entorno.

c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, climáticos, tipos de vegetación, entre otros.

El proyecto se encuentra ubicado en la colindancia de las Subprovincias Sierras Orientales y Llanura costera de Veracruz.

Fisiografía

El proyecto hidroeléctrico “Cerro de Oro” se ubicará dentro de los límites de las provincias fisiográficas de la Llanura costera del Golfo Sur y Sierra Madre del Sur ([figura fisiografía Oax](#)).

Tabla 4.5

Provincia	Subprovincia
Llanura Costera del Golfo Sur	Llanura costera Veracruzana
Sierra Madre del Sur	Sierras Orientales

FUENTE: INEGI. Carta Fisiográfica, 1:1 000 000.

Geología

Las rocas del *Precámbrico* son las más antiguas, datan de aproximadamente 600 millones de años, se ubican al sur de la entidad con una dirección oeste-sureste, son principalmente metamórficas y cubren 25.5% de la superficie estatal; las rocas del *Paleozoico* (375 millones de años) abarcan 11.6%, son de origen metamórfico e ígneas intrusivas. Las unidades cartográficas más grandes están en la porción norte y oriental, colindando con el estado de Chiapas; el Periodo de la Era del *Mesozoico* con mayor cobertura es el Cretácico (135 millones de años) con 14.3%, representado por rocas de tipo sedimentario y metamórfico, dispersos en todo el estado, concentrados sobre todo en la zona media hacia el norte; otras unidades litológicas abarcan 7.3% pertenecen a la Era del Mesozoico, se localizan al sur, centro y noroeste de la entidad. Las rocas del Triásico-Jurásico (200 millones de años) se sitúan al norte y noreste, son sedimentarias y cubren 3.9%, en el Periodo Jurásico (180 millones de años) las rocas son generalmente sedimentarias, su cubrimiento estatal es de 0.9%, sus principales afloramientos están localizados al occidente, cerca del límite con el estado de Guerrero, otra unidad se encuentra en el extremo opuesto de la entidad, colindando con la parte sur del estado de Veracruz-Llave. El Periodo Terciario, cubre 25.0% del territorio estatal, compuesto por rocas ígneas extrusivas y sedimentarias, datan aproximadamente de 63 millones de años, se distribuyen en la parte central y norte del estado, algunas unidades litológicas colindan con los estados de Puebla y Guerrero, otras unidades ubicadas al norte colindan con el estado de Veracruz-Llave; los suelos del Cuaternario (3 millones de años aproximadamente), se ubican al sur, sureste paralelamente con la línea de costa; otras unidades importantes se localizan al centro de la entidad y al norte limitando con el estado de Veracruz-Llave. ([figura geología Oax.](#))

Tabla 4.6

Era	Periodo	Roca o suelo	Porcentaje de la superficie estatal
Cenozoico	Cuaternario	Suelo	11.08
	Terciario	Ignea extrusiva	12.02
		Sedimentaria	12.98
Mesozoico	ND	Ignea intrusiva	6.30
	ND	Metamórfica	1.09

Era	Periodo	Roca o suelo	Porcentaje de la superficie estatal
	Cretácico	Sedimentaria	13.48
		Metamórfica	0.73
	Jurásico	Sedimentaria	0.85
	Triásico-Jurásico	Sedimentaria	3.89
Paleozoico	Paleozoico	Ignea intrusiva	5.02
		Metamórfica	6.54
Precámbrico	Precámbrico	Metamórfica	25.49
Otro			0.53
Cenozoico	Cuaternario	Suelo	11.08

FUENTE: INEGI. Carta Geológica, 1:1 000 000

Suelos

El suelo es hacia la zona montañosa conformación del Cenozoico Superior (Periodo Terciario) y el resto (la mayor parte) del Pleistoceno o reciente (Periodo Cuaternario). Formado principalmente por sedimentaciones y aluviones de los ríos sobre un basamento calcáreo; una gran parte del terreno posee una coloración negruzca, rica en abonos naturales y una gruesa capa fértil, éstos se encuentran principalmente cercanos a los ríos y arroyos. Mientras que los depósitos y acarreo del Pleistoceno, de tipo continental, comúnmente llamados "tierra colorada", son acumulaciones hasta de 60 metros de espesor, de pendiente suave; constituidas por arcillas y arenas con abundancia de grava cuartal y acidez elevada. ([figura edafología Oax.](#)).

Las unidades de suelo y el porcentaje de superficie reportadas para la región donde se ubicará el Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro son:

Luvisol crómico mas Vertisol pélico **Lc+Vp/3** Textura fina, (arcillas) fase física pedregosa, sin fase química.

Cambisol eutrítico + feosem háptico + Regosol **Be+Hh+Re/2** Textura media (limos), fase física gravosa, sin fase química.

Feosem lúvico + Luvisol ortico **Hi+Lo/2** Textura media (Limos) fase física pedregosa, fase química lítica

Hidrografía

Oaxaca es uno de los estados con una amplia extensión de territorio, en él se encuentran ocho Regiones Hidrológicas; una de ellas es la del Balsas localizada al noroeste de la entidad con la Cuenca R. Tlapaneco y Cuenca R. Atoyac, en la que se ubica la Presa Yosocuta. La Región Costa Chica-Río Verde ubicada al este-sureste de la entidad comprende las Cuencas R. Atoyac -siendo la corriente que lleva el mismo nombre, la más representativa para esta cuenca y los cuerpos de agua L. Miniyua y L. Corralero-, y además como parte de esta región R. La Arena y otros y R. Ometepec o Grande. También para Oaxaca se presenta la Región Costa de Oaxaca al sur de la entidad con las Cuencas R. Astata, R. Copalita y R. Colotepec y otros, con los cuerpos de agua L.

Pastoría y L. Chacahua. La Región Tehuantepec se ubica al centro-este de la entidad con dos cuencas, una de ellas *R. Tehuantepec*, refiere a la corriente del mismo nombre que sirve de afluente junto con la corriente del río Tequisistlán a la Presa Benito Juárez -la segunda en importancia en el estado; En la Cuenca *L. Superior e Inferior* existen los cuerpos de agua denominados de igual forma, los cuales reciben los aportes de las corrientes superficiales Los Perros y Espíritu Santo, en el caso del L. Oriental recibe él cause del río Ostuta. La Región Costa de Chiapas se localiza en una pequeña porción al sureste del estado en los límites con Chiapas y con el cual Oaxaca comparte el cuerpo de agua llamado Mar Muerto. **La Región Papaloapan** que es la más grande en Oaxaca, con una sola cuenca que lleva el mismo nombre, tiene el mayor número de corrientes entre las que cabe resaltar el río Salado-Grande, Cajonos y Puxmetacan-Trinidad; se presentan además las Presas Miguel Alemán y Miguel de la Madrid, todas ellas al norte de la entidad. La Región Coatzacoalcos se presenta con una sola cuenca con el mismo nombre al nordeste de la entidad. Por último, la Región Grijalva-Usumacinta tiene la Cuenca *R. Grijalva-Tuxtla Gutiérrez* al este-noreste del estado, siendo la más pequeña representación hidrológica en la entidad.

El área geográfica del Río Papaloapan se divide en doce cuencas hidrológicas, de las cuales el proyecto se localiza en la denominada Cuenca hidrológica Río Santo Domingo, comprendida desde la unión de los Ríos Salado y Grande hasta su confluencia con el Río Papaloapan. Tiene un área drenada de 2,611.0 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas hidrológicas: al Norte por la cuenca hidrológica Río Tonto, al Sur por las cuencas hidrológicas Río Grande y Río Valle Nacional, al Este por las cuencas hidrológicas Río Papaloapan y Río Valle Nacional y al Oeste por las cuencas hidrológicas Río Salado y Río Grande. ([figura cuencas Oax.](#))

Cuerpos de Agua:

Los cuerpos de agua que se localizan dentro de la misma zona son la presa Miguel Alemán también conocida como Temascal y la presa Miguel de la Madrid Hurtado, a su vez se localiza a distancias de 2 y 8 kilómetros aguas abajo de la cortina de la presa la confluencia del arroyo La Sal y el río Del Valle (Valle Nacional) respectivamente.

Clima

Oaxaca presenta gran variedad climática, así, en su territorio hay climas *cálidos*, *semicálidos*, *templados*, *semifríos*, *semisecos* y *secos*.(ver [figura climas Oax](#)).

El periodo de lluvias en Tuxtepec empieza entre mayo y junio, durante la temporada llueve casi todos los días. El mes más lluvioso, por lo general es julio, aunque se ha dado la ocasión que sea septiembre.

Los climas cálidos en conjunto abarcan poco más de 50% de la superficie total de la entidad, se producen en las zonas de menor altitud (del nivel del mar a 1 000 m), se caracterizan por sus temperaturas medias anuales que varían de 22° a 28°C y su temperatura media del mes más frío es de 18°C o más. Dentro de éstos predomina el **cálido subhúmedo con lluvias en verano**, comprende toda la zona costera, desde el límite con el estado de Guerrero hasta el límite con Chiapas, además de otras áreas de menor extensión localizadas de manera discontinua en el norte; en dichos terrenos se

reportan las temperaturas medias anuales más altas (entre 26° y 28°C) y la precipitación total anual varía de 800 a 2 000 mm. El clima **cálido húmedo con abundantes lluvias en verano** se distribuye principalmente en una franja que va del norte hacia el oriente, territorio donde están establecidas las poblaciones de Tuxtepec, Loma Bonita, Santiago Choapam y Chimalapa, entre algunas más; aquí la precipitación total anual va de 1 500 a 3 000 mm. En las laderas bajas orientales de los cerros Volcán Prieto y Humo Grande se localiza, en forma de una franja orientada noroeste-sureste, la zona de clima **cálido húmedo con lluvias todo el año**; en ella se reportan los rangos más altos de precipitación total anual en el estado: 2 500 a más de 4 500 mm; esto se debe a diversos factores, pero sobre todo a que esas laderas están expuestas a los vientos húmedos del Golfo de México y tienen una orientación y altitud tales que propician el ascenso de los vientos, su enfriamiento, la condensación del vapor de agua que contienen y la precipitación.

Cerca de 20% de la entidad se encuentra bajo la influencia de climas semicálidos, en los que se presentan temperaturas medias anuales de 18° a 22°C, o son mayores de 18°C, y cubren áreas cuya altitud va de 1,000 a 2,000 m. Prevalece el clima **semicálido subhúmedo con lluvias en verano** distribuido en la zona norte de la franja de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, e interrumpido en el centro de la misma franja por el clima **semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano**; también se localiza en el noroeste, este y oeste, entre otras áreas; su precipitación total anual es del rango de 800 a 1,000 mm, pero hay algunas partes donde llega a más de 2,500 mm, tal como ocurre en el oeste. El clima **semicálido húmedo con lluvias todo el año** está ubicado a lo largo de la parte occidental del clima cálido húmedo con lluvias todo el año, y lo mismo que éste, su precipitación total anual va de 2,500 a más de 4,500 mm.

Los climas templados, subhúmedo con lluvias en verano en mayor proporción y con abundantes lluvias en verano en áreas más reducidas, cubren aproximadamente 19% de la superficie del estado; se manifiestan en los terrenos cuya altitud es de 2 000 a 3 000 m, su temperatura media anual varía entre 12° y 18°C y la temperatura media del mes más frío alcanza valores de -3° a 18°C. El **templado subhúmedo con lluvias en verano** se localiza hacia el centro y noroeste, pero también hacia el sur, su precipitación total anual varía entre 600 y 1 500 mm; mientras que el **templado húmedo con abundantes lluvias en verano** sólo se distribuye en las laderas altas orientales de los cerros Volcán Prieto y Humo Grande y en la ladera norte del cerro Zempoaltepetl, sitios donde la precipitación total anual comprende un rango entre 1 000 y 2 500 mm.

En el centro sur y nornoroeste se localizan las zonas con climas semisecos, las cuales representan casi el 10% del territorio estatal, e inmersas en ellas están las áreas de climas secos, que no llegan a cubrir el 1%. El clima **semiseco semicálido**, cuyas temperaturas medias anuales van de 18° a 22°C, abarca los terrenos donde está situada la capital del estado (Oaxaca de Juárez) y las poblaciones Ejutla y Miahuatlán, así como las áreas que rodean a los valles de los ríos San Antonio, Salado, Juquila y Calapa; aquí, la precipitación total anual es baja, pues su rango va de 600 a 800 mm, aunque en algunas porciones es menor. El clima **semiseco muy cálido y cálido** comprende la zona de Yautepec y parte del valle del río Tequisistlán, cuya precipitación es similar al del clima anterior, pero la temperatura media anual es mayor a 22°C. En los alrededores del curso alto de los ríos Juquila y San Antonio están ubicadas las áreas de clima **semiseco templado**, en las cuales la temperatura media anual varía entre 12° y 18°C y la precipitación total anual es menor de 600 mm.

El clima **seco muy cálido y cálido** comprende las tierras que rodean a las localidades Cuicatlán y Santa María Zoquitlán, en ellas la temperatura media anual es mayor de 22°C y la precipitación total anual va de 300 a 500 mm, por lo que son estas áreas las más secas del estado.

Por último, en los lugares con más de 3 000 m de altitud, como en el cerro Nube, el clima es **semifrío subhúmedo con lluvias en verano**, ya que la temperatura media anual es menor de 12°C y la precipitación total anual va de 1 000 a 1 200 mm. Estos terrenos apenas representan el 0.19% de la superficie estatal. (ver figuras [Isoyetas](#) e [Isotermas](#) Oax.)

Estaciones meteorológicas

Tabla 4.7

Clave	Estación	Latitud Norte		Longitud Oeste		msnm
		Grados	Minutos	Grados	Minutos	
20-084	Papaloapan, San Juan Tuxtepec	18	09	96	05	22

FUENTE: SMN, Unidad de Servicio Meteorológico Nacional

Tipos de Climas

Tabla N° 4.8

Tipo o subtipo	Porcentaje de la superficie estatal
Cálido húmedo con lluvias todo el año	4.34
Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano	13.05
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	32.99
Semicálido húmedo con lluvias todo el año	1.59
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	2.19
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	16.39
Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	3.93
Templado subhúmedo con lluvias en verano	14.81
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	0.19
Semiseco muy cálido y cálido	3.12
Semiseco semicálido	5.66
Semiseco templado	0.97
Seco muy cálido y cálido	0.77

FUENTE: INEGI. Carta de Climas, 1:1 000 000.

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

Tuxtepec se localiza al norte del Estado, en las coordenadas geográficas son 18° 00' 16" de Latitud Norte y 96° 15' 52" de Longitud Oeste, en la región del Papaloapan, a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Veracruz y San Miguel Soyaltepec, y al sur con los municipios de Santiago Jocotepec y Loma Bonita, al poniente con los municipios de Santa María Jacatepec, San Lucas Ojitlán y San José Chiltepec y al oriente con el municipio de Loma Bonita. Su distancia aproximada de la Ciudad de México es 500 km al sudeste.

Extensión territorial: El municipio de Tuxtepec cuenta con una superficie de 933.90 km², relativo al Estado representa el 0.979 por ciento.

Las "unidades ambientales" definen las zonas homogéneas de ecosistemas naturales e identifican las posibilidades y problemas para el desarrollo. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía.

La zona del proyecto central hidroeléctrica y línea de transmisión, presentan un alto grado de afectación ocasionado por la presencia de la infraestructura hidráulica de la presa Cerro de Oro así como por actividades antrópicas entre las que destacan agricultura, ganadería, industrias y centros de población, lo que repercute directamente en el ecosistema, es preciso recordar que no existe un Ordenamiento Ecológico del Territorio, por lo que las unidades ambientales no están identificadas. ([ver figura Vegetación Oax.](#))

Composición del ecosistema reportado para el área de estudio:

Flora: Selva Mediana Subperennifolia o Bosque tropical perennifolio Estrato arbóreo: *Astronium graveolens*, *Stemmadenia donnellsmithii*, *Dendropanax arboreus*. (Palo de agua), *Scheelea liebmanii*. (Coyol real), *Bixa orellana* (Axiote) *Bursera simaruba* (Mulato) *Protium copal* (Copalillo) *Pachyra acuatica* (Apompo) *Terminalia amazonia* (Sombbrero) *Alchornea latifolia* (Palo de huevo) *Acosmium panamense* (Guayacan) entre otros. Estrato arbustivo: *Acacia angustissima*, (Huajillo blanco) *Acacia cornigera*, (Cornezuelo) *Caesalpinia pulcherrima* (Espuela de caballero) *Leucaena leucocephala* (Guaje) *Piscidia piscipula* (Habi). Estrato herbáceo: *Oncidium* sp. (Flor de mayo) *Vanilla fragans* (Vainilla) *Bouvardia terniflora* (Trompetilla) *Zamia paucijuga* (Palma).

Fauna: Mamíferos: *Didelphys marsupiales* (Tlacuache común), *Philander opossum* (Tlacuache cuatro ojos), *Dasyus novemcinctus* (Armadillo de nueve bandas), *Pteronotus personatus* (murciélago bigotudo de Parnell), *Glossophaga soricina* (Murciélago lenguetón de Pallas), *Uroderma bilobatum* (Murciélago acampador oscuro), *Artibeus jamaicensis* (Murciélago frutero de Jamaica), *Artibeus lituratus* (Murciélago frutero gigante), *Sciurus aureogaster* (Ardilla gris), *Orthogeomys hispidus* (Tuza), *Agouti paca* (Tepescuintle), *Sylvilagus brasiliensis* (Conejo del trópico), *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), *Canis latrans* (Coyote). Anfibios: *Bufo marinus* (Sapo), *Bufo valiiceps* (Sapo), *Hyla* sp. (Ranita), *Rana berlandieri* (Rana). Reptiles: *Hemidactylus frenatus* (Gecko común), *Iguana iguana* (Iguana verde), *Sceloporus variabilis* (Roño), *Cnemidophorus* sp (Cuije), *Boa constrictor* (Mazacuata), *Oxybelis aeneus* (Bejuquillo),

Micrurus diastema (Coralillo), *Bothrops asper* (Serpiente sorda), *Kinosternon leucostomum* (Casquito). Aves: *Dendrocygna autumnalis* (Pijije ala blanca), *Casmerodius albus* (Garza blanca), *Coragyps atratus* (Zopilote común), *Chondrohierax uncitatus* (Gavilan pico ganchudo), *Buteo mangirostris* (Aguililla caminera), *Buteogallus urubitinga* (Aguililla negra mayor), *Falco sparverius* (Cernícalo americano), Columbina inca (Tórtola cola negra). Peces: *Astyanax fasciatus* (Sardinita), *Heterandria bimaculata* (Guatopoque manchado), *Megalops atlanticus* (Sábalo), *Poecilia* sp. (Gupy), *Xiphophorus helleri* (Cola de espada).

Recursos naturales

La superficie forestal no maderable esta representada por matorrales y especies características de selva mediana subperenifolia. El municipio también cuenta con yacimientos de hierro, barita y plata.

En el área del proyecto, por ser superficies previamente afectadas por la construcción de las obras de la presa Miguel de la Madrid, éstos grupos no están representados.

En cuanto al recurso agua, de acuerdo a los datos que presenta la Comisión Nacional del Agua para la región administrativa No 10, donde está localizado el proyecto, se presenta la siguiente tabla con los datos correspondientes a su disponibilidad.

Tabla 4.9

Región Administrativa	Nombre	Disponibilidad natural media total (hm ³)	Disponibilidad natural media per cápita 2004 (m ³ /hab/año)	Escorrentamiento natural medio superficial total (hm ³) a	Recarga media total de acuíferos (hm ³)
X (10)	Golfo centro	102,544	10,574	98,930	3,614

Fuente: Comisión Nacional del Agua.- Información Estadística.- Disponibilidad natural media de agua por región administrativa, 2004

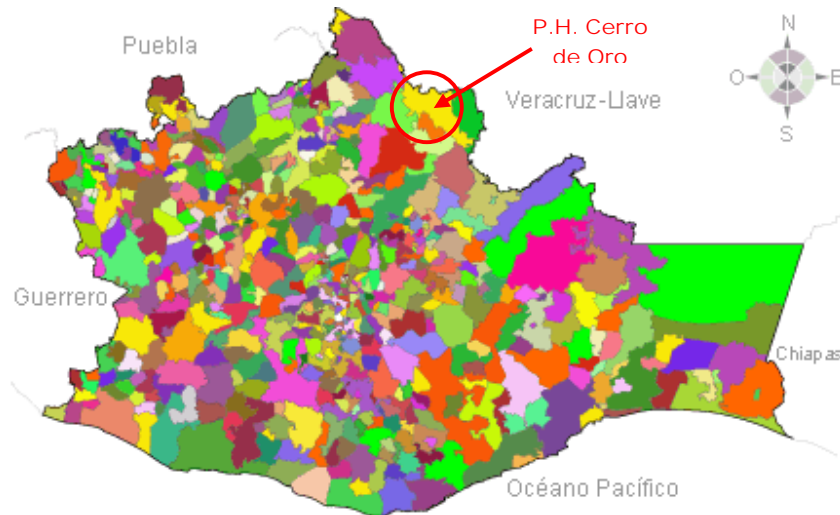
Para el caso específico de la cuenca del río Santo Domingo el volumen de disponibilidad a su salida es de 7,904.33 millones de metros cúbicos con base a los datos que maneja la Comisión Nacional del Agua.

Sociosistemas

La división territorial del Estado de Oaxaca reconoce 570 municipios, 729 agencias municipales, 1 526 agencias de policía municipal y 726 núcleos rurales, o sea, 3 551 localidades con reconocimiento político-administrativo y un rango poblacional en el que por lo menos 525 municipios no alcanzan a tener 15 000 habitantes, que es el mínimo legal para formar un municipio. Esto se debe a razones históricas relacionadas con la defensa de los pueblos, de sus categorías municipales y territoriales, a los cambios y a la confusión misma de la legislación.

La institución municipal es el escenario en el que se desenvuelve la dinámica política y administrativa local de las comunidades indígenas. Aunque el municipio ha representado el espacio de articulación con el orden colonial y posteriormente con el Estado nacional,

en Oaxaca ha sido también el producto de la tenaz defensa territorial de los pueblos indígenas y de la reproducción de formas propias de gobierno local. Por ello cuenta con 570 municipios (23 por ciento de los existentes en el país), el mayor porcentaje de tenencia de la tierra bajo la forma comunal y la mayor concentración de pueblos indígenas de México.



Fuente: INEGI.- Información por entidad.- división municipal, Oaxaca

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

El sistema ambiental para la zona del proyecto hidroeléctrico Cerro de Oro se determinó que de acuerdo con la superficie que ocupará la infraestructura de la central, la línea de transmisión, las superficies sobre las que la obra incidirá sin ser ocupadas en forma definitiva y/o aquellos factores ambientales que sin tener una relación directa con la construcción, operación y mantenimiento de la misma, no repercutirán en detrimento de los ecosistemas y de la calidad de vida de los pobladores.

Para el desarrollo de esta sección se analizaron de forma integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo que hay en el área del Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro, considerando la variabilidad estacional de los componentes ambientales, a fin de reflejar su comportamiento y sus tendencias.

IV.2.1. Aspectos Abióticos

A) Clima

- Tipo de clima

El área de estudio se localiza dentro del Municipio de Tuxtepec, el cual registra un clima *Af(m)* Caliente húmedo con lluvias en verano, la temporada de mayor precipitación en este clima se encuentra en el verano y parte del otoño que son épocas en que los ciclones tropicales afectan a México son mas frecuentes y hacen aumentar considerablemente la cantidad de lluvia en la zona con este tipo de clima.

- Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos.

El Golfo de México reúne condiciones geográficas muy importantes, prueba de ello es que su plataforma continental es muy amplia en comparación con la del Océano Pacífico mexicano. Las aguas de la vertiente del Golfo por lo general, son cálidas por encontrarse en la zona intertropical, tener la circulación cálida denominada Corriente del Golfo o Jet Stream y la dinámica de la corriente de Lazo, entre otras. En la estación invernal invaden sus aguas las masas de aire frío polar y como consecuencia se generan los fenómenos propios de dicha cuenca conocidos como “nortes”. En ocasiones los sistemas de invierno, llegan a interactuar con las trayectorias de los ciclones tropicales que son propiamente del verano y parte del otoño; ante esta situación, las condiciones por lo común, se vuelven adversas y con riesgo alto para la población asentada en la zona costera. Está situación depende de qué tan cercanos, se encuentren los sistemas a línea litoral. “Los ciclones se dan sobre todo en los trópicos porque la principal causa de los mismos es climática” (Ortiz, 1984, p. 41).

La temporada de ciclones tropicales en la vertiente que corresponde al estado de Veracruz, inicia el 1° de junio y culmina el 30 de noviembre, es decir, abarca la finalización de la primavera, el verano, así como, parte del otoño del hemisferio septentrional, aunque los sistemas ciclónicos pueden presentarse en algunas ocasiones, anterior a la temporada y raras veces posterior a ella.

La distribución de la planicie costera veracruzana, en general no representa un obstáculo para el ingreso de los ciclones tropicales. En cambio, la Sierra Madre Oriental, es una barrera muy importante que contrarresta la fuerza de los ciclones tropicales, cuando invaden el terreno de la entidad.

La trayectoria que describe el fenómeno marino como es el ciclón tropical, asociada a su imponente fuerza que produce, en la actualidad dificulta predecir en tiempo real su comportamiento, a pesar de los avances científicos y tecnológicos existentes

Los ciclones tropicales que han impactado el estado de Veracruz, desde tiempos pretéritos son diversos y las trayectorias que siguieron espacialmente desde su lugar de formación hasta su culminación, también lo fueron. En buena medida los ciclones

tropicales que tocan tierra veracruzana y que nacen el Atlántico Norte tropical y en el Mar Caribe, previamente impactan en su recorrido en otros espacios continentales, entre ellos se encuentra la península de Yucatán y posteriormente entran al Golfo de México donde se incrementa el riesgo para dirigirse a la costa de Veracruz.. En cambio, los ciclones tropicales que nacen el seno del Golfo de México, sí su recorrido lo hacen hacia la costa oriental de la República Mexicana, es muy probable que impacten en la entidad.

Los ciclones tropicales que han impactado el entorno de Veracruz durante el periodo de 1930 al 2005 fueron 43 en total; de los cuales el 13.95 por ciento se desarrollaron como depresiones tropicales, el 30.23 por ciento correspondieron a tormentas tropicales y el 55.81 por ciento a huracanes.

Los fenómenos ciclónicos que alcanzaron la categoría 1 fueron el 45.83 por ciento; los que la intensidad de sus vientos fueron del orden 2, cubrieron el 25 por ciento; los de nivel 3 tuvieron el 20.83 por ciento y los que alcanzaron las categorías 4 y 5 solamente fueron el 4.16 por ciento para cada una respectivamente.

Los ciclones tropicales que se formaron en aguas del Atlántico Norte fueron el 20.93%, en el Mar Caribe el 23.25 por ciento y en la cuenca del Golfo de México el 55.81 por ciento. Con relación al lugar de impacto se destaca que el 65.11 por ciento entró a tierra por la parte norte del litoral veracruzano, el 11.62 por ciento por la parte central, el 16.27 por ciento arribaron por el centro-sur y el 6.97 por ciento únicamente ingresaron por el sur.

El Estado de Veracruz durante el mes de septiembre tuvo el mayor ingreso de ciclones tropicales con el 39.53 por ciento, en agosto el 34.88 por ciento, en julio arriban el 11.62 por ciento pero en junio y octubre solamente el 6.97 por ciento tocan tierra respectivamente.

En 48 años los ciclones tropicales no ingresaron al Estado de Veracruz. Las depresiones tropicales se acentuaron en la década de 1990, aunque en 1961 se presentaron 2 en forma consecutiva en los meses de junio y julio. Asimismo, los años que tuvieron mayores impactos sobre la entidad fueron 1931, 1933, 1955 y 2005 .(*Scripta Nova.-Vol. 10 No 218.-2006*)

- Precipitación promedio mensual, anual y extremas

Los datos de precipitación se muestran en las tablas siguientes:

Tabla N° 4.10

Precipitación promedio mensual en mm													
Estación Tuxtepec concepto	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	40 años	37.4	37.0	36.4	39.4	98.0	385.8	497.3	412.1	429.8	220.9	84.3	59.3
Año más seco	53	15.8	15.0	23.5	32.5	66.5	272.3	301.3	168.2	211.1	37.1	81.0	1.2
Año más lluvioso	81	111.3	70.9	34.8	58.3	102.4	1193.2	607.8	841.1	439.3	206	52.8	185.7

FUENTE: Proyecto Manejo Sustentable de laderas COLPOS PMSL.

Tabla N° 4.11

Precipitación Total (milímetros)													
Estación	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tuxtepec	61-90	36.1	33.2	26.3	22.5	91.8	339.3	410.0	380.0	386.6	188.3	73.1	47.7

Fuente: SMN Registro Normales Climatológicas 1961-1990

Tabla N° 4.12

Precipitación Máxima Mensual histórica (milímetros)													
Estación	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tuxtepec	51-98	111.3	127.4	84.1	126.8	324.5	1193.2	962.2	1209.9	732	448	172.4	185.7
	Año de máxima	81	97	98	62	56	81	58	69	69	58	55	81

FUENTE: Proyecto Manejo Sustentable de laderas COLPOS PMSL.

Tabla N° 4.13

Precipitación Mínima Mensual Histórica (milímetros)													
Estación	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tuxtepec	51-98	8.7	0.1	0.1	0.1	0.1	106.6	227.2	123.6	211.1	48.2	18.7	1.2
	Año de mínima	70	62	73	58	98	98	75	74	53	63	74	53

FUENTE: Proyecto Manejo Sustentable de laderas COLPOS PMSL.

- Temperaturas promedio mensuales, anuales y extremas.

De acuerdo con los datos del Meteorológico Nacional dependiente de la CNA para la estación "Tuxtepec" las temperaturas registradas se reportan en las siguientes tablas. Cabe mencionar que la información aquí presentada corresponde a la estación más cercana a la zona del proyecto.

Tabla N° 4.14

Temperaturas promedio mensual (histórico)													
Estación Tuxtepec concepto	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	20 años	20.8	22.1	24.3	26.3	27.9	27.7	26.2	26.2	26.0	24.5	21.7	21.1
Año de mínima		76	70	70	71	70	73	74	71	75	74	70	73
Año de máxima		74	62	76	64	80	62	66	62	64	62	73	77

Fuente: SMN Registro Normales Climatológicas 1961-1990

Tabla N° 4.15

Temperatura Máxima Promedio °C													
Estación	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tuxtepec	61-90	25.0	26.2	29.9	32.6	33.8	32.2	30.4	30.5	30.1	28.7	27.0	25.8

Fuente: SMN Registro Normales Climatológicas 1961-1990

Tabla N° 4.16

Temperatura Media Mensual °C													
Estación	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tuxtepec	61-90	20.5	21.2	24.2	26.5	27.9	27.2	25.9	26.0	25.8	24.6	22.7	21.4

Fuente: SMN Registro Normales Climatológicas 1961-1990

Tabla N° 4.17

Temperatura Mínima Promedio °C													
Estación	Período	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tuxtepec	61-90	15.9	16.2	18.4	20.5	22.1	22.3	21.4	21.5	21.6	20.4	18.4	17.0

Fuente: SMN Registro Normales Climatológicas 1961-1990

- Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.

En la región durante la estación seca, el viento azota en forma de remolinos. Los vientos en Tuxtepec son siempre moderados y la dirección dominante es hacia el Suroeste.

B) Geología y geomorfología

- Características litológicas del área.

a) Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias predominantes son calizas del Cretácico y algunas pizarras intercaladas. Son de origen marino y están constituidas por restos de algunos animales y vegetales (celenterados, gasterópodos, ruditas, foraminíferos, pelecípodos, algas, etc.) Correa et al, 1974.

En general las calizas, constituyen gran parte de la Sierra Madre del Sur, en Oaxaca, se encuentran también en el noreste y sureste del mismo Estado.

b) Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas, que son las más antiguas, algunas del Precámbrico, están representadas por gneis y esquistos, así como por pizarras y filitas. Estos tipos de rocas se encuentran localizadas, principalmente, en la Sierra Madre del Sur.

La relación litológica que se expone a continuación está basada en las observaciones de campo complementarias a los estudios anteriores, por esta razón las descripciones difieren en la forma de presentación a las que se acostumbra incluir en una columna estratigráfica.

El área de estudio se encuentra situada en la margen derecha del río Santo Domingo, en la región afloran rocas sedimentarias marinas muy plegadas del Cretácico Superior, que forman cadenas montañosas con una orientación noroeste-sureste, con altitudes hasta de 350msnm. Depósitos marinos Terciarios cubren las rocas del Cretácico y ocupan prominencias con elevaciones no mayores de 80m y la planicie la cual se localiza aguas abajo de la cortina de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado.

Descripción de los materiales

En la zona estudiada y sus alrededores, como se mencionó, afloran rocas sedimentarias marinas agrupadas en cinco formaciones, tres Cretácicas y dos Terciarias. Complementan la columna estratigráfica depósitos continentales recientes. Las tres primeras unidades pertenecen al Cretácico Superior y son en orden estratigráficamente

ascendente: caliza Guzmantla g(z), caliza Atoyac ay(z) y lutita Méndez m(lu). Cubren a éstas con discordancia angular, lutitas y areniscas de la Formación Chicontepec del Pleoceno, las cuales están restringidas a la zona del embalse. Por medio de otra discordancia similar las facies conglomeráticas y arenosas de la Formación Concepción Superior del Mioceno (Formación Tierra Colorada) tc(cg) cubren a toda la secuencia anterior con producto de una transgresión. Las unidades continentales resientes son aluviones, suelos residuales y depósitos de talud.

Cretácico Superior

Formación Guzmantla (Ksgz).- Caliza compacta de textura fina, hacia la base se presenta en capas de 40 a 50cm de espesor, incluye estratos con escasos lentes de pedernal, con características de carsticidad. Presenta coloración beige y contiene esporádicas intercalaciones arcillosas. Forma parte de algunos plegamientos que se encuentran dentro del embalse de la presa y a lo largo de las márgenes de ésta.

Formación Atoyac (Ksay).- Caliza compacta de textura granular, de color beige, en ocasiones con laminaciones arcillosas, su estratificación es regularmente de 20 a 50 cm aflora fuera del área de embalse de la presa Miguel de la Madrid y forma parte de la planicie.

Formación Méndez (Ksm).- Lutita de color gris con tonalidades ocre y amarillentas. Al intemperismo se presenta en forma de grumos y fracturas. Estos afloramientos se localizan en la margen izquierda de la presa Miguel de la Madrid.

Terciario

Formación Chicontepec (Tchi) Intercalación de lutita y arenisca de color gris verdoso. Hacia la base predomina la lutita en estratos de 5 a 10 cm. Hacia la cima principalmente arenisca en estratos hasta de 5m, aflora dentro del embalse.

Formación Tierra Colorada (Ttc).- Conglomerado de cantos, guijas y gravas de naturaleza metamórfica, ígnea y sedimentaria, empacados en una matriz de arena, limo y arcilla con características color rojo.

Cuaternario

Aluvión (Qal).- Mezcla heterogénea de arena y arcilla

Suelo vegetal (Qsv).- Se encuentra integrado por limo arenoso de color negro

- Características geomorfológicas más importantes (descripción en términos generales)

Regional

Llanura Costera del Golfo Sur: Esta provincia comprende las regiones costeras de los estados de Veracruz y Tabasco en las que abundan suelos aluviales profundos, ya que en esta zona tienen su desembocadura al Golfo de México algunos de los mayores ríos de México, como son el sistema Grijalva-Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. En

Veracruz el terreno se escalona hacia la costa formando cuestras, pero al sur de este estado y en Tabasco se torna cada vez más plano. Al oriente de Tabasco se tiene una gran zona inundable con abundancia de pantanos permanentes hasta cerca de la Laguna de Términos; esta última se haya semiaislada del mar por una gran barra. Una importante discontinuidad fisiográfica, la de la sierra volcánica de los Tuxtlas, interrumpe a esta provincia sobre la costa. En ella, aparte de numerosos aparatos volcánicos pequeños, se levantan los volcanes de San Martín, con 1 658 metros de altura y Vigía de Santiago, con 800 m/s.n.m. El Lago de Catemaco, con 9 a 10 km de diámetro es la mayor caldera volcánica del país. Subprovincia de la Llanura costera Veracruzana casi toda se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27 001.17 km cuadrados, que representan el 37.29% de la superficie total estatal. De manera general, esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste

Sierra Madre del Sur: Esta provincia limita al norte con la del Eje Neovolcánico, al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero. Está considerada como la más completa y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de cocos. Esta es una de las placas móviles que integran la litósfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al suroeste y oeste de las costas, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado "de subducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra. A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaquenses, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas. Esta relación es la que seguramente ha determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia -depresión del Balsas cordilleras costeras, línea de costa, etc.- tengan estricta orientación este-oeste, condición que tiene importantes antecedentes en la provincia del Eje Neovolcánico, y que contrasta con la predominante orientación estructural noroeste-sureste del norte del país. La subprovincia de las Sierras Orientales abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz, Oaxaca, y se extiende en el sur entre este puerto y el de Pochutla. La parte norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en ella dominan las rocas calcáreas del Cretácico que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental.

Local

La geomorfología que se presenta entorno al área de estudio donde se construirá la central hidroeléctrica Cerro de Oro, consiste en una serie de lomeríos de contornos suaves y redondeados de poca elevación que apenas destacan de los terrenos bajos inundables pertenecientes a la planicie costera, Además existen sierras calcáreas localizadas en ambos márgenes de la cortina de la presa Miguel de la Madrid Hurtado y dentro del embalse, tienen una orientación noroeste- sureste y constituyen las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

- Presencia de fallas y fracturamientos

Geología Estructural Regional

Dentro del área de estudio y sus alrededores existen una serie de estructuras catalogadas como anticlinorios y siclinorios , estas estructuras son bastante cerradas, algunos son: simétricas, paralelos, en rodilla y volcadas, dentro de los cuales podemos citar los siguientes: Anticlinorio María Isabel, y Anticlinal Camelia Roja, éstas estructuras se plegaron durante la Orogenia Laramide donde actuaron esfuerzos de compresión orientados de NE.SW, que originaron estructuras de orientación NW-SE, buzamiento al SW y NE y echados que oscilan en el intervalo de 10-85°.

No se reportan para la zona de estudio fracturas y fallas.

- Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

La zona de la presa Hidroeléctrica Miguel de la Madrid Hurtado se localiza en una porción de mediana actividad sísmica, es decir en el extremo oriente del cinturón volcánico, siendo los lugares de mayor actividad sísmica, las costas del Pacífico, incluyendo la península de Baja California, los estados de Sinaloa, Jalisco Michoacán, Guerrero, Oaxaca y parte del sur de Chiapas. López Ramos E. 1993.

Conforme a la división de zonas que existe para la República Mexicana, el proyecto se localiza prácticamente en la división de las zonas sísmicas B y C. Las cuales están catalogadas como intermedias, ya que se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Durante el año 2002 se ha registrado en el área de Tuxtepec un sismo con magnitud de 5.9 grados en la escala de Richter, el cual ocurrió en esta zona donde la placa de Cocos se vuelve subhorizontal, a una profundidad de 120 km. Mediante un estudio realizado sobre el caso se determinó que la fuente muestra un mecanismo focal de fallamiento normal sobre un plano de falla con orientación NW-SE, que coincide con la orientación del eje de tensión de otros eventos reportados para la región.



Fuente: Servicio Sismológico Nacional.-I.G. UNAM

- Desplazamientos y derrumbes

Debido a que el terreno donde se construirá la central hidroeléctrica Cerro de Oro es casi plano, no se presentan derrumbes ni desplazamientos.

- Posible actividad volcánica

Los volcanes más cercanos al proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro son el San Martín al sureste y el Citlaltépetl al oeste; ambos a una distancia de 177km por lo que no representan ningún peligro en la zona.

C) Suelos

- Tipos de suelos en el predio del proyecto y su área de influencia

Los suelos de la región de Tuxtepec datan de los períodos Cenozoico, Mesozoico Paleozoico y Precámbrico; la mayor parte de la tierra que cubre Tuxtepec es de aluvión y por tanto, muy fértil. En muchas ocasiones el suelo tiene hasta 10 m de profundidad.

En la zona prevista para la ubicación de las obras existen grandes afloramientos de roca caliza que dan formación al cerro Santa Ursula y al cerro de Oro, por lo que se puede encontrar una reducción considerable en el espesor de la capa de suelo alcanzando hasta los 10 cm de profundidad.

En el área del proyecto los tipos de suelo existentes en las partes planas o de valle son los denominados Luvisol crómico + Vertisol pélico (**Lc+Vp/3**) con textura fina, compuesta por arcillas de fase física pedregosa y sin fase química. Para las secciones altas como los cerros Santa Ursula y Cerro de Oro se tiene la presencia de Feozem lúvico + Luvisol

ortico (**Hi+Lo/2**) de textura fina compuesto básicamente de limos; su fase física es pedregosa y su fase química es lítica.

La distribución de los suelos presentes en la zona del proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro incluyendo la Línea de Transmisión se resume en la siguiente tabla

Tabla distribución de suelos

Tipo de suelo	Ubicación
LP+Lc+Hi/3 [<i>Luvisol plintico+Luvisol crómico+Feozem luvico/fina</i>]	LT y área de infraestructura hidroeléctrica
Lo+LK+Vp/3 [<i>Luvisol ortico+ Luvisol cálcico+Vertisol pelico/fina</i>]	LT y área de infraestructura hidroeléctrica
Hi+E+I/3 [<i>Feozem luvico+Rendzina+Litosol/fina</i>]	Área de infraestructura hidroeléctrica
Hh+Lc+Re/2 [<i>Feozem haplico+Luvisol cromico+Regosol eútrico/media</i>]	Área de infraestructura hidroeléctrica
Hi +Lo/2 [<i>Feozem luvico+Luvisol ortico</i>]	LT y área de infraestructura hidroeléctrica
Lc+Vp/3 [<i>Luvisol crómico+Vertisol pélico</i>]	Área de infraestructura hidroeléctrica

La unidad de suelo predominante Luvisol (L) tiene las siguientes características: alta susceptibilidad a la erosión, fértiles, arcillosos, poco ácidos, de tonalidad roja a amarillenta, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros.

D) Hidrología superficial y subterránea

La zona del proyecto se localiza en la cuenca del Papaloapan antes de la confluencia del Río Santo Domingo con el Río Tonto, ambos formadores del Papaloapan.

La cuenca del Río Papaloapan comprende la Región Hidrológica No.28. Se encuentra ubicada en la vertiente del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano. El área Total de la cuenca hidrológica se calcula en 46,517 km². El río Santo Domingo pertenece a esta región hidrológica y el área de la cuenca hasta el sitio de la presa es de 5,350 Km².

El sistema hidrográfico del Papaloapan es el segundo en importancia del país por su caudal, después del sistema Grijalva-Usumacinta. Vierte sus aguas a la Laguna de Alvarado con un promedio de 47,000 millones de m³ anuales, con fluctuaciones entre 25,000 y 67 ,000 millones de m³. El valor promedio equivale a 112% del volumen escurrido anualmente a nivel nacional.

- Embalses y cuerpos de agua cercanos.

Presas

En la cuenca del río Santo Domingo se ubica la Presa Miguel de la Madrid Hurtado "Cerro de Oro" y sobre el río Tonto la presa Miguel Alemán "Temascal".

Ríos y arroyos

Aguas abajo de la cortina de la presa se integran al cauce del río Santo Domingo dos ríos por su margen derecha; el primero, de menor gasto que ingresa a una distancia aproximada de 2 km, denominado La Sal; y el segundo, con mayor gasto denominado Río del Valle (Valle Nacional), que confluye de igual forma por la margen derecha del río Santo Domingo, a una distancia de 8 km con respecto a la ubicación de la presa.

- Usos principales o actividad para la que son aprovechados.

De acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua, el uso del agua en la Cuenca se distribuye de la siguiente forma: Agrícola 59%, Industrial 11%, Agroindustrial 15%, Público urbano 14% y otros usos representan el 1 %, de un volumen total de 1 ,036 millones de metros cúbicos/año (Mm³/año). Existe una alta demanda no consuntiva (17,973 Mm³) para generación de energía eléctrica la cual comprende principalmente la hidroeléctrica Temascal en la presa del mismo nombre, además de otras hidroeléctricas pequeñas como Tuxpango y Canseco.

Todos los cuerpos de agua cercanos al proyecto son utilizados en actividades agropecuarias alternándose diversas actividades tales como los cultivos de *caña*, *maíz*, *ajonjolí*, *café*, *cacahuate* y algunos frutales, entre los que sobresalen el plátano macho, hule y coco junto con la ganadería. En cuanto a la presa Miguel de la Madrid, además del control de gastos y vaso comunicante con la presa Miguel Alemán para generación eléctrica, se ha venido dando un aprovechamiento pesquero en el embalse y en menor medida actividades náuticas deportivas.

- Hidrología subterránea

Para la zona donde se construirá el proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro no existe información de hidrología subterránea disponible.

En cuanto a la medición de la característica de los acuíferos, se realizan mediciones del nivel del agua subterránea con cierta periodicidad, sin embargo, la actualización de los estudios de éstas no se realiza con frecuencia, al igual que los censos de los aprovechamientos. En lo que se refiere a la medición de niveles piezométricos, en el acuífero Costera de Veracruz, se observa que hasta 1999 se tiene al menos la toma de una lectura al año, sin embargo, de acuerdo a la publicación de la Determinación de la Disponibilidad de agua en el Acuífero Costera de Veracruz, los pozos piloto no cuentan

con la nivelación de sus brocales, lo que no permite determinar con precisión la red de flujo. (Fuente: *Diagnóstico del sector agua en Veracruz.-Proyecto del Programa Hidráulico Estatal*)

IV.2.2 Aspectos bióticos

A) Vegetación terrestre

Selva Mediana Subperennifolia o Bosque Tropical Perennifolio

En lo que respecta a la composición florística, cabe hacer notar que el bosque tropical perennifolio en general y sobre todo en altitudes bajas no es muy rico en pteridofitas y briofitas, Las coníferas son muy raras en este tipo de vegetación y raramente la biomasa está dada por dicotiledóneas, representadas por muy numerosas familias. De estas últimas es interesante notar que las Compositae, grupo más vasto de las fanerógamas con frecuencia faltan por completo en el bosque tropical perennifolio climax o bien están en muy escasa proporción (Rzedowski 1972). Grupos casi siempre bien representados son: Rubiaceae, Orchidaceae y Leguminosae.

El bosque tropical perennifolio presenta en México un gran número de comunidades diferentes, el bosque de *Lonchocarpus* aff. *sericeus* lo describe Sousa (1964) de suelos inundables con pseudogley, de Tuxtepec, Oaxaca, además del dominante lo componen los siguientes árboles altos: *Scheelea liebmannii*, *Rodbinsonella mirandae*, *Brosimum alicastrum*, *Spondias bombin*.

La siguiente lista incluye géneros también frecuentemente encontrados en la vegetación secundaria derivada de los bosques tropicales perennifolios de México son *Acacia*, *Adelia*, *Albizzia*, *Bauhinia*, *Bixa*, *Calliandra*, *Chrysophyllum*, *Cnidoscolus*, *Combretum*, *Crotalaria*, *Desmodium*, *Didymopanax*, *Eugenia*, *Inga*, *Lantana*, *Mimosa*, *Myriocarpa*, *Paullinia*, *Piper*, *Siparuna*, *Tabebuina*, *Tabarnaemontana*, *Tetrorchidium*, *Vitex*

En el área de estudio este tipo de vegetación se encuentra, en su mayoría, en condiciones de un alto grado de disturbio, debido fundamentalmente a la infraestructura de la presa Presidente Miguel de la Madrid Hurtado y a las actividades agrícolas, pecuarias, industriales y de desarrollo urbano.

Es importante mencionar que en la zona donde se construirá la Casa de Máquinas y la Subestación Eléctrica la Comisión Nacional del Agua efectúa derribo de vegetación arbórea y arbustiva con la finalidad de mantener las áreas que pudieran ser vulnerables para la cortina de la presa, despejadas y libres de vegetación.

- Tipos de vegetación y distribución en el área del proyecto y zona circundante.

Como ya se mencionó la zona donde se pretenden construir las obras la vegetación presenta un alto grado de disturbio por lo que se describen a continuación las condiciones en la zona del proyecto y área circundante. ([ver plano uso del suelo y vegetación](#))

Siendo la vegetación uno de los aspectos más sobresalientes del paisaje de la región natural, sus características fisonómicas y estructurales son el resultado de la acción conjugada, en el espacio y en el tiempo, de diversos factores ecológicos, de entre éstos, los elementos del clima: temperatura, precipitación, humedad relativa, etc., son los más importantes; los que, a su vez, se ven influenciados por la latitud, la altitud, el relieve y el sustrato.

Cabe mencionar que en este sitio hay escasos individuos de flora y fauna, sin embargo hacia zonas circundantes al proyecto y su área de influencia podemos observar que el tipo de vegetación esta representado principalmente por un bosque tropical perennifolio.

En la Tabla N° 4. 18 se relacionan las especies reportadas para la Región de Tuxtepec, para los tipos de vegetación, por diversos investigadores, donde se hace evidente la ausencia de especies en la zona donde se construirá la Central Hidroeléctrica, así como las contadas especies presentes en el sitio seleccionado para el trazo de la línea de transmisión.

Tabla N° 4.18

Nombre científico/ Nombre Común	Forma Biológica	Reportada para la Región de Tuxtepec:	Localizada dentro de la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado	Localizada, en parte de la Línea de Transmisión
ACANTHACEAE <i>Thumbergia alata</i> Ojo de pájaro	Hierba	Aguilar	Ausente	Ausente
AMARANTHACEAE <i>Gomphrena globosa</i> Siempre viva	Hierba VS	Sousa	Ausente	Ausente
ANACARDIACEAE <i>Astronium graveolens</i> Gateado	Árbol SMP	Campos	Ausente	Presente
<i>Spondias mombin</i> Jobo	Árbol VS	Campos	Ausente	Ausente
ANONACEAE <i>Annona muricata</i> Guanábana	Árbol	Sousa.	Ausente	Ausente
<i>Malmea depressa</i> Nazareno prieto	Árbol VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Rollinia jimenezii</i> Anonilla	Árbol	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Xylopiá frutescens</i> Malagueta	Árbol	Sousa	Ausente	Ausente
APOCYNACEAE <i>Stemmadenia donnellsmithii</i> Cojón de toro	Arbusto VS	Campos	Ausente	Presente
<i>Thevetia ahouai</i> Huevo de perro	Arbusto VS	Campos	Ausente	Presente
<i>T. coronaria</i>	Arbusto VS	Campos	Ausente	Ausente
<i>T. peruviana</i> Venecillo	Arbusto VS	Campos	Ausente	Presente
AQUIFOLIACEAE <i>Ilex condensata</i> Escobillo prieto	Árbol	J. Jiménez	Ausente	Ausente

Tabla N° 4.18

Nombre científico/ Nombre Común	Forma Biológica	Reportada para la Región de Tuxtepec:	Localizada dentro de la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado	Localizada, en parte de la Línea de Transmisión
ARACEAE <i>Anthurium schlechtendalii</i> Malanga	Hierba epífita SAP	Sousa	Ausente	Ausente
ARECACEAE (PALMAE) <i>Bactris balanoidea</i> Chiquiyul	Arbusto SAP	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Tepejilote	Hierba SAP	N Diego	Ausente	Presente
<i>Ch. oblongata</i> Palma	Hierba SAP	J. Jiménez	Ausente	Ausente
<i>Desmoncus chinantlensis</i> Palma	Arbusto SAP	Sousa	Ausente	Presente
<i>Scheelea liebmanii</i> Coyol real	Árbol VS	Sousa	Ausente	Presente
ARISTOLOCHIACEAE <i>Aristolochia maxima</i> Guaco	Hierba SAP	Sousa	Ausente	Ausente
ASCLEPIADACEAE <i>Asclepios curassavica</i> Leche de sapo	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
ASTERACEAE (COMPOSITAE) <i>Eupatorium odoratum</i> Crucetillo oloroso	Arbusto VS	J. Jiménez	Ausente	Ausente
<i>Eupatorium sp.</i> Crucetillo	Arbusto VS	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Montanoa grandifolia</i> Acahual	Arbusto VS	J. Jiménez	Presente	Presente
<i>Tagetes erecta</i> Flor de muerto	Hierba	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>T. lucida</i> Pericón	Hierba VS	J. Jiménez	Presente	Presente
<i>Vernonia deppeana</i> Xiquite	Arbusto VS	J. Jiménez	Ausente	Ausente
BEGONIACEAE <i>Begonia sp.</i> Begonia	Hierba SAP	J. Jiménez	Ausente	Presente
BIGNONIACEAE <i>Crescentia cujete</i> Jícara	Árbol Pastizal	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Parmentiera aculeata</i> Guchilote	Árbol Pastizal	J. Jiménez	Ausente	Presente
BIXACEAE <i>Bixa orellana</i> Axiote	Árbol VS	J. Jiménez	Ausente	Presente
BOMBACACEAE <i>Ceiba pentandra</i> Pochota	Árbol VS	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Pachyra acuatica</i> Apompo	Árbol VS	J. Jiménez	Ausente	Ausente
BORAGINACEAE <i>Cordia alliodora</i> Sichicuagua	Árbol SMP	Sousa	Ausente	Ausente
<i>C. stellifera</i>	Árbol VS	Sousa	Ausente	Ausente

Tabla N° 4.18

Nombre científico/ Nombre Común	Forma Biológica	Reportada para la Región de Tuxtepec:	Localizada dentro de la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado	Localizada, en parte de la Línea de Transmisión
<i>Heliotropium angiospermum</i> Alacrancillo	Hierba VS	Sousa	Ausente	Ausente
BROMELIACEAE <i>Aechmea bracteata</i>	Hierba VS	J. Jiménez	Presente	Presente
<i>Aechmea sp.</i> Pita	Hierba SAP	J. Jiménez	Ausente	Presente
BURSERACEAE <i>Bursera subminilliformis</i>	Árbol	Sousa.	Ausente	Presente
<i>Bursera simaruba</i> Chacá, palo mulato	Árbol VS	Sousa	Ausente	Ausente
CANNACEAE <i>Canna indica</i> Chilalaga	Hierba VS	J. Jiménez	Presente	Presente
COCHLOSPERMACEAE <i>Cochlospermum vitifolium</i> Pongolote	Arbusto VS	J. Jiménez	Ausente	Ausente
CYPERACEAE <i>Cyperus diffusus</i> Carricillo	Hierba VS	Sousa	Presente	Presente
DILLENIACEAE <i>Curatella americana</i> Bejuco tachicón	Árbol VS	Sousa	Ausente	Ausente
DIOSCOREACEAE <i>Dioscorea composita</i> Barbasco	Árbol SAP	J. Jiménez	Ausente	Ausente
ELEOCARPACEAE <i>Muntingia calabura</i> Capulín manso	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
EUPHORBIACEAE <i>Acalypha alopecuroides</i> El gatito	Hierba VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>A. wilkesiana</i>	Hierba SAP	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Alchornea latifolia</i> Palo de huevo	Árbol SAP, SMSP	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Cnidocolus acinitifolius</i> Mala mujer	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Croton draco</i> Sangredo	Árbol VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Croton aff. Glabellus</i> Lecherillo	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>C. reflexifolius</i> Huesillo prieto	Arbusto VS	J. Jiménez	Ausente	Ausente
<i>Euphorbia millii</i>	Arbusto	J. Jiménez	Ausente	Ausente
GRAMINEAE <i>Digitaria horizontales</i> Pasto	Hierba	J. Jiménez	Presente	Presente
<i>Lasiacis grisebahii</i> Zacate	Hierba SAP	J. Jiménez	Ausente	Ausente
<i>L. ruscifolia</i> Zacate	Hierba VS	J. Jiménez	Ausente	Ausente
LAURACEAE <i>Nectandra sp.</i>	Árbol SAP	Sousa	Ausente	Presente

Tabla N° 4.18

Nombre científico/ Nombre Común	Forma Biológica	Reportada para la Región de Tuxtepec:	Localizada dentro de la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado	Localizada, en parte de la Línea de Transmisión
LEGUMINOSAE <i>Mimosa eurycarpa</i> Uña de gato	Arbusto	Standley.	Ausente	Ausente
<i>Acacia angustissima</i> Huajillo blanco	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>A. cornigera</i> Conezuelo	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>Acosmium panamense</i> Guayacan	Árbol SAP SMSP	Sousa	Ausente	Presente
<i>Bauhinia divaricata</i> Pata de cabra	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Espuela de caballero	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>Calliandra houstoniana</i> Timbrillo rojo	Arbusto VS	Standley	Ausente	Ausente
<i>Cassia flexuosa</i>	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>C. grandis</i> Caña fistula	Árbol	N Diego	Ausente	Presente
<i>Cojoba arborea</i> Caña masa	Árbol SAP SMSP	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Chamaecrista nictitans</i>	Hierba VS	J. Jiménez	Presente	Presente
<i>Enterolobium cyclocarpun</i> Anacaste	Árbol VS, SMP	Sousa	Ausente	Presente
<i>Eritrina folkersii</i> Cochoquelita	Árbol	Sousa	Ausente	Presente
<i>Hymenaea courbaril</i> Guapinol	Árbol Cultivos	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Inga vera</i> Jinicuile	Árbol Orilla del río	Sousa	Ausente	Presente
<i>Gliricidia sepium</i> Cocuite	Árbol Cultivos	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Leucaena leucocephala</i> Guaje	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>L. glabrata</i> Guaje	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Ausente
<i>Lonchocarpus hondurensis</i> Palo de Agua	Árbol SAP	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Lonchocarpus sp</i> Rosa morada	Árbol SAP	J. Jiménez	Ausente	Presente
<i>Mimosa albida</i> Dormilona grande	Hierba VS	Sousa	Presente	Presente
<i>M. pudica</i> Dormilona	Hierba VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>M. pigra</i> Zarza lagunera	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>M. vellociana</i> Uña de gato	Hierba VS	Sousa	Presente	Presente
<i>Pithecellobium dulce</i> Múchite	Arbusto VS	Sousa	Ausente	Presente
<i>P. recordii</i> Cocoite de montaña	Árbol	Sousa	Ausente	Ausente

Tabla N° 4.18

Nombre científico/ Nombre Común	Forma Biológica	Reportada para la Región de Tuxtepec:	Localizada dentro de la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado	Localizada, en parte de la Línea de Transmisión
<i>Pithecellobium sp</i>	Arbusto VS	Ramírez Alcocer.	Ausente	Ausente
<i>Platymiscium yucatanum</i> Chagane	Árbol SAP	M. Martínez	Ausente	Ausente
MALVACEAE <i>Malvaviscos arboreus</i> Tulipancillo	Arbusto	Reko	Ausente	Ausente
<i>Robinsonella mirandae</i> Majahuca blanca	Árbol SAP SMSP	Sousa	Ausente	Ausente
MALPIGHIACEAE <i>Byrsonima crassifolia</i> Nanche	Árbol Cultivos	Sousa	Ausente	Presente
MELASTOMACEAE <i>Conostegia sp.</i>	Arbusto V S	Carmargo Ricalde	Ausente	Presente
<i>Leandra sp.</i>	Arbusto VS	Camargo Ricalde	Ausente	Presente
<i>Miconia argentea</i> Hoja de lata	Árbol/Arbusto . VS	Aguilar	Ausente	Presente
<i>M. fulvostellata</i> Ojo de pájaro	Arbusto VS	Aguilar	Ausente	Presente
MELIACEAE <i>Cederla odorata</i> Cedro	Árbol SAP	Campos	Ausente	Ausente
<i>Swietenia macrophylla</i> Caoba	Árbol SAP	Campos	Ausente	Ausente
<i>Trichilia havanensis</i> Tinajilla	Árbol VS	Campos	Ausente	Presente
MORACEAE <i>Brosimum alicastrum</i> Ojite	Árbol SAP, SMSP	Camargo Ricalde	Ausente	Presente
<i>Ficus tecolutensis</i> Amate	Árbol	Reko	Ausente	Ausente
<i>Trophis recemosa</i> Leche María	Árbol SMP VS	Vera	Ausente	Ausente
MUSACEAE <i>Musa cavendishii</i> Platanillo	VS	Aguilar	Ausente	Ausente
<i>M. acuminata</i> Plátano guineo	Introducida y/o cultivada VS	Mejía y Dávila	Ausente	Presente
ORCHIDACEAE <i>Oncidium sp.</i> Flor de Mayo	Hierba SAP VS	Villar y Velasco	Ausente	Presente
<i>Vanilla fragans</i> Vainilla	Hierba SAP	Villar y Velasco	Ausente	Ausente
PIPERACEAE <i>Piper auritum</i> Omequelite	Arbusto VS	Aguilar	Presente	Presente
RUBIACEA <i>Bouvardia ternifolia</i> Trompetilla	Hierba VS	González Ortega	Ausente	Presente
<i>Sickingia rhodoclada</i> Nazareno	Árbol SAP	Sousa	Ausente	Presente

Tabla N° 4.18

Nombre científico/ Nombre Común	Forma Biológica	Reportada para la Región de Tuxtepec:	Localizada dentro de la zona federal de la presa Miguel de la Madrid Hurtado	Localizada, en parte de la Línea de Transmisión
SAPOTACEAE <i>Manilkara sapota</i> Chicle	Árbol SAP	Rzedowski	Ausente	Presente
SAPINDACEAE <i>Cupania dentata</i> Agua al ojo blanco	Árbol SMSP, SAP, VS	Agilar	Ausente	Presente
ULMACEAE <i>Aphanante monoica</i> Rosadillo	Árbol SAP, SMSP	Sousa	Ausente	Presente
<i>Trema micrantha</i> Capulín	Árbol VS	Sousa	Ausente	Presente

VS= Vegetación secundaria; SMSP= Selva Mediana Subperenifolia; SAP= Selva Alta Perenifolia

Como se puede apreciar, no existe vegetación originaria en la zona donde se construirá la Central Hidroeléctrica Cerro de Oro, la vegetación presente es en su mayoría secundaria y obedece a que la vegetación originaria fue derribada para la construcción de la presa, por lo consiguiente, en el sitio actualmente se encuentra la infraestructura de la presa Presidente Miguel de la Madrid Hurtado (fotos [40](#), [41](#), [42](#)).

- Usos de la vegetación en la zona (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial).

Ninguna de las especies halladas durante el desarrollo de este estudio están reportadas como importantes para etnias, organizaciones o grupos locales; tampoco se reportan usos ceremoniales o religiosos, salvo la utilización del árbol de hule con amplio rango de usos entre los que se encuentran: Adhesivo, goma para chicle barnices y aislantes eléctricos producidos con el latex del tronco; en instrumentos musicales, artesanías y construcción se utiliza su madera. En la zona esta especie es aprovechada en grandes superficies como monocultivo principalmente para la extracción de latex y venta de su fruto.

Debido fundamentalmente al uso del suelo en la zona del proyecto hidroeléctrico Cerro de Oro y su área de influencia directa e indirecta se hace evidente que la presión antrópica ha actuado directamente sobre la diversidad de la vegetación natural dejando sin representantes vegetales y animales al sitio donde se construirá la central hidroeléctrica.

De este modo al no existir vegetación no se reportan especies de valor comercial para los lugareños.

De acuerdo con las encuestas a los lugareños, los usos que reportan en la región de Tuxtepec se relacionan en la Tabla N°4.19

Tabla N° 4.19

Nombre Científico/Nombre común	Forma Biológica	Uso local	Interés comercial para los grupos locales
<i>Agave sp.</i> Maguey	Arbusto	Cerco vivo, Medicinal	Ninguno
<i>Yucca sp.</i>	Árbusto	Cerco vivo, ornato	Ninguno
<i>Astronium graveolens.</i> Gateado	Árbol	Maderable	Sin referencia
<i>Mangifera indica</i> Mango durazno	Árbol	Comestible, Medicinal	Su fruto
<i>Spondias mombin</i> Jobo	Árbol	Cerco vivo, comestible	Su fruto
<i>Annona muricata</i> Guanábana	Árbol	Comestible	Su fruto
<i>Malmea depressa</i> Nazareno prieto	Árbol	Medicinal	Sin referencia
<i>Xylopia frutescens</i> Malagueta	Árbol	Construcción maderable, Combustible	Sin referencia
<i>Stemmadenia donnellsmithii</i> Cojón de toro	Árbol/ arbusto	Medicinal, pegamento	Ninguno
<i>Thevetia periviana</i> Venenillo	Arbusto	Medicinal	Ninguno
<i>Ilex condensata</i> Escobillo prieto	Árbol	Construcción Combustible	Sin referencia
<i>Dendropanax arboreus</i> Palo de agua, cucharo	Árbol	Medicinal, combustible	Fabricación de chapas
<i>Bactris balanoidea</i> Chiquiyul	Arbusto	Forraje, artesanal	Sin referencia
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Tepejilote	Hierba	Ornato, comestible	Inflorescencia
<i>Scheelea liebmanii</i> Coyol real	Árbol	Construcción	Sin referencia
<i>Aristolochia maxima</i> Guaco	Hierba	Medicinal, Ornamental	Ninguno
<i>Asclepios cirassavica</i> Leche de sapo	Arbusto	Medicinal	Ninguno
<i>Eupatorium odoratum</i> Crucetillo oloroso	Arbusto	Medicinal	Sin referencia
<i>Eupatorium sp.</i> Crucetillo	Arbusto	Medicinal	Ninguno
<i>Montanoa grandiflora</i> Acahual	Arbusto	Medicinal, ornato	Ninguno
<i>Tapetes erecta</i> Flor de muerto	Hierba	Medicinal, ornato	Sin referencia
<i>T. lucida</i> Pericón	Hierba	Medicinal, Ornato	Ninguno
<i>Vernonia deppeana</i> Xiquite	Arbusto	Medicinal	Ninguno
<i>Crescentia cujete</i> Jícara	Árbol	Medicinal, implementos agrícolas	Su fruto
<i>Parmentiera aculeata</i> Guchilote	Árbol	Medicinal, comestible	Su fruto

Tabla N° 4.19

Nombre Científico/Nombre común	Forma Biológica	Uso local	Interés comercial para los grupos locales
<i>Bixa orellana</i> Axiote	Árbol	Combustible, medicinal , colorante.	Ninguno
<i>Ceiba pentandra*</i> Pochota	Árbol	Cerco vivo, ornato	Ninguno
<i>Manilkara zapota</i>	Arbol	Comestible, forrajero, curtiente, maderable	Latex, frutos
<i>Bursera simaruba</i>	Árbol	Cerco vivo, medicinal	Ninguno

- Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal.

Especies amenazadas o en peligro de extinción

Aún cuando estudios de flora y fauna de Oaxaca reportan a Tuxtepec como una zona con gran cantidad de endemismos y de especies bajo protección especial o bajo algún estatus de conservación, debido a la presencia de la infraestructura de la presa Presidente Miguel de la Madrid Hurtado, en el sitio donde se construirá la central hidroeléctrica Cerro de Oro así como el sitio por donde pasará la Línea de Transmisión cuyo uso del suelo es eminentemente agrícola, incluyendo su área de influencia, no existen especies de flora y fauna bajo régimen de protección legal de acuerdo 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*, así como otros ordenamientos aplicables; Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES; convenios internacionales, etcétera,

De acuerdo con el listado de especies reportadas y determinadas para la zona donde se pretende construir la Central hidroeléctrica y su línea de transmisión no existen especies que estén comprendidas dentro de la NOM-059- SEMARNAT 2001. Tabla N° 4.20

Especies de interés cinegético.

No existen, ni se pretenden introducir

B) Fauna terrestre y/o acuática

- Composición de las comunidades de fauna presentes en el predio.

En virtud de que la zona donde se construirá el Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro se caracteriza por carecer de las condiciones fisiográficas necesarias para el establecimiento

de endemismos, y a que las condiciones actuales han propiciado que la comunidad vegetal (selva media subperennifolia) no esté representada y en su lugar predomine la vegetación secundaria.

Por otro lado como se puede observar en las [fotografías del capítulo VIII](#), los escasos elementos florísticos y faunísticos en la zona donde se construirá la Central Hidroeléctrica y en el trazo de lo que será la línea de Transmisión están representados por áreas extensas de cultivo y algunos manchones de selva mediana subperennifolia entremezclándose con una vegetación secundaria bien representada, resulta imposible establecer con certeza la composición de la comunidad faunística del lugar, esto sin contar los grandes claros que presenta el bosque a consecuencia de la deforestación.

Por lo anterior, la información sobre la composición de las comunidades faunísticas aquí presentada, estará en función de los grupos más estudiados en el Estado, ya que no existen registros o inventarios previos a la construcción de la presa Presidente Miguel de la Madrid Hurtado, para la zona federal. Así la fauna asociada al tipo de vegetación que prevalece en los sitios menos perturbados se presenta en la tabla N°4.20

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico / Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad	
MAMIFEROS	DIDELPHIDAE <i>Didelphis marsupiales</i> Tlacuache común	Oaxaca	LT	
	<i>Philander opossum</i> Tlacuache cuatro ojos	Tuxtepec	LT	
	DASYPODIDAE <i>Dasyus novemcinctus</i> Armadillo de nueve bandas	Oaxaca	LT	
	MORMOOPIDAE <i>Pteronotus personatus</i> Murciélago bigotudo de Parnell	Oaxaca	LT	
	PHYLLOSTOMIDAE <i>Glossophaga soricina</i> Murciélago lengüeton de Pallas	Tuxtepec	LT	
	<i>Sturnira lilium</i> Murciélago de Charreteras menor	Oaxaca	LT	

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico / Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
	<i>Sturnira ludovici</i> Murciélago de Charreteras mayor	Oaxaca	LT
	<i>Uroderma bilobatum</i> Murciélago acampador oscuro	Tuxtepec	LT
	<i>Artibeus jamaicensis</i> Murciélago frutero de jamaica	Tuxtepec	LT
	<i>Artibeus lituratus</i> Murciélago frutero gigante	Oaxaca	LT
	<i>Carolia brevicauda</i> Murciélago cola corta sedosa	Oaxaca	LT
	<i>Diphylla ecaudata</i> Vampiro pata peluda	Oaxaca	LT
	SCIURIDAE <i>Sciurus aureogaster</i> Ardilla gris	Oaxaca	LT
	GEOMIDAE <i>Orthogeomys hispidus</i> Tuza	Oaxaca	LT
	DASYPROCTIDAE <i>Dasyprocta mexicana</i> Zerete	Tuxtepec	LT
	AGOUTIDAE <i>Agouti paca</i> Tepescuintle	Tuxtepec	LT
	LEPORIDAE <i>Sylvilagus brasiliensis</i> Conejo del trópico	Oaxaca	LT
	<i>Sylvilagus floridanus</i> Conejo serrano	Oaxaca	LT

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico / Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
	CANIDAE Canis latrans Coyote	Oaxaca	A
	PROCYONIDAE <i>Porción lotor</i> Mapache	Oaxaca	A
	<i>Nasua narica</i> Coatí	Oaxaca	A
	MUSTELIDAE <i>Galictis vittata</i> Grisón o hurón	Oaxaca	LT
	TAYASSUIDAE <i>Tayassu tajacu</i> Pecarí de collar	Oaxaca	A
AVES	ANATIDAE <i>Dendrocygna autumnalis</i> Pijije ala blanca	Tuxtepec	A
	ARDEIDAE <i>Casmerodius albus</i> Garza blanca	Oaxaca	LT
	CATHARTIDAE <i>Coragyps atratus</i> Zopilote común	Oaxaca	LT
	ACCIPITRIDAE <i>Buteo mangirostris</i> Aguililla caminera	Oaxaca	A
	<i>Chondrohierax uncinatus</i> Gavilán pico ganchudo	Oaxaca	LT
	<i>Buteogallus urubitinga</i> Aguililla negra mayor	Oaxaca	LT
	FALCONIDAE <i>Falco sparverius</i> Cernícalo americano	Oaxaca	LT
	COLUMBIDAE <i>Columbina inca</i> Tórtola cola negra	Oaxaca	A

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico / Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
	<i>Columbina minuta</i> Tórtola pecho liso	Oaxaca	A
	<i>Columbina talpacoti</i> Tórtola rojiza	Oaxaca	A
	PISTTACIDAE <i>Aratinga canicularis</i> Perico frente naranja	Oaxaca	A
	CUCULIDAE <i>Crotophaga sulcirostris</i> Garrapatero mayor	Oaxaca	A
	CAPRIMULGIDAE <i>Caprimulgus vociferus</i> Tapacamino cuerporruín	Oaxaca	LT
	<i>Nyctidromus albicollis</i> Chotacabras pauraque	Oaxaca	LT
	TROCHILIDAE <i>Amazilia rutila</i> Colibrí canela	Oaxaca	A
	ALCEDINIDAE <i>Chloroceryle americana</i> Martín pescador verde	Oaxaca	A
	PICIDAE <i>Melanerpes aurifrons</i> Carpitero cheje	Tuxtepec	A
	FURNARIIDAE <i>Anabacerthia variegaticeps</i> Breñero cejudo	Oaxaca	LT
	TYRANNIDAE <i>Elaenia flavogaster</i> Elenia vientre amarillo	Oaxaca	LT

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico / Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
	<i>Pyrocephalus rubinus</i> Mosquero cardenal	Oaxaca	LT
	<i>Pitangus sulphuratus</i> Luis bienteveo	Oaxaca	A
	<i>Megarhynchus pitangua</i> Luis pico grueso	Oaxaca	A
	<i>Tyrannus melancholicus</i> Tirano tropical	Oaxaca	A
	<i>Pachyrampus Aglaiae</i> Mosquero cabezón degollado	Oaxaca	LT
	CORVIDAE <i>Cyanocorax morio</i> Chara papán	Oaxaca	LT
	HIRUNDINIDAE <i>Tachycineta bicolor</i> Golondrina bicolor	Oaxaca	A
	<i>Thoryothorus maculipectus</i> Chivirín moteado	Oaxaca	A
	TURDIDAE <i>Myadestes unicolor</i> Clarín unicolor	Tuxtepec	LT
	<i>Turdus grsyi</i> Mirlo pardo	Tuxtepec	CM, LT
	<i>Turdus migratorius</i> Mirlo primavera	Oaxaca	CM, LT
	PARULIDAE <i>Vermivora pinus</i> Chipe aliazul	Tuxtepec	A
	<i>Leptotila verreauxi</i> Paloma suelera	Oaxaca	LT

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico /Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
	<i>Accipitridae</i> Paloma	Oaxaca	A
	<i>Columbia livia</i> Paloma común	Oaxaca	A
	<i>Cathartes aura</i> Zopilote común	Oaxaca	LT
	<i>Ardeidae</i> Paloma	Tuxtepec	A
REPTILES	CORYTOPHANIDAE <i>Basiliscus vittatus</i> Tortuga	Oaxaca	A
	EUBLEPHARIDAE <i>Coleonyx elegans nemoralis</i> Tortuga	Oaxaca	A
	PHRYNOSOMATIDAE <i>Sceloporus gadovae</i> Lagartija	Tuxtepec	LT
	SCINCIDAE <i>Eumeces brevirostris brevirostris</i> Sin referencia	Oaxaca	A
	TEIIDAE <i>Ameiva undulata dextra</i> Sin referencia	Tuxtepec	A
	XENOSAURIDAE <i>Xenosaurus penai</i> Sin referencia	Tuxtepec	A

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico / Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
SUBORDEN SERPIENTES	COLUBRIDAE <i>Clelia clelia clelia</i> Sin referencia	Oaxaca	LT
	ELAPIDAE <i>Pelamis platurus</i> Sin referencia	Oaxaca	A
	LEPTOTYPHLOPIDAE <i>Leptotyphlops goudoti bakewelli</i> Víbora	Tuxtepec	LT
	TYPHLOPIDAE <i>Ramphotyphlops braminus</i> Sin referencia	Oaxaca	LT
	VIPERIDAE <i>Crotalus durissus ssp. (2)</i> Cascabel tropical, Tzabacan	Oaxaca	A
	ANFIBIOS	AMBYSTOMATIDAE <i>Ambystoma rivulare</i> Ajolote	Oaxaca
	LEPTODACTYLIDAE <i>Eleutherodactylus augusti cactorum</i> Sin referencia	Tuxtepec	A

Tabla N° 4.20

GRUPO	Nombre Científico /Nombre común	Reportadas para la región, sitio o localidad	Localidad
	RANIDAE <i>Rana zweifeli</i> Rana	Oaxaca	A

LT: Trazo de la línea de Transmisión

A: Ausente en el trazo de la Línea de Transmisión, en particular en la superficie que abarcará la infraestructura de la Central Hidroeléctrica

(1).- Especie sujeta a protección especial bajo la NOM – 059- SEMARNAT-2001

(2).- Especie catalogada como amenazada de acuerdo a la NOM – 059- SEMARNAT-2001

Los nombres científicos y comunes de las especies existentes en el sitio donde se construirán la Central Hidroeléctrica y la línea se reportan en la tabla N° 4.20. Cabe mencionar que en los sitios muestreados durante el trabajo de campo no se localizaron especies que se encuentren en estado de conservación según la NOM–059-SEMARNAT-2001, en veda, en el calendario cinegético, o que sean especies indicadoras de la calidad del ambiente.

Debido a la falta de inventarios faunísticos para la localidad, y por lo deteriorado del medio natural en la zona donde se construirá la central hidroeléctrica y la superficie por donde pasará la línea de transmisión del Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro, en este estudio no se reportan resultados referentes a: la abundancia, distribución, densidad relativa de las especies en riesgo o de especial relevancia.

IV.2.3 Paisaje

En la zona de estudio, actualmente no posee una variedad de recursos naturales, ya que tiene un uso de suelo para infraestructura hidráulica, por lo que el establecimiento de la central hidroeléctrica es acorde con los usos actuales.

La calidad visual del entorno inmediato es buena, desde el punto donde se establecerá la casa de máquinas y la subestación eléctrica se puede apreciar claramente la cortina de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado, rodeada de un estrato arbóreo y arbustivo bien representado dominado, como ya se mencionó anteriormente por especies representativas de vegetación secundaria. Indicadoras de ambientes perturbados. La calidad del fondo escénico esta modificada, es decir, el fondo visual esta representado por el embalse de la presa, aguas abajo de la cortina de la presa se observaron asentamientos humanos irregulares en zonas de alto riesgo.

IV.2.4 Medio socioeconómico

Por su ubicación y condiciones de acceso, el municipio de Tuxtepec no resultará socialmente impactado.

El propósito es analizar de qué manera se relacionan con su entorno las comunidades humanas asentadas en el área de estudio del proyecto. Dicho análisis permitirá conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales. A la vez, se identificarán los elementos relevantes que, de verse modificados por el proyecto, afectarían la distribución y abundancia de la población, la forma de aprovechamiento de los recursos naturales, los servicios ambientales que determinarán la calidad de vida, así como las costumbres y tradiciones.

A) Demografía

- Número de habitantes por núcleo de población identificado.

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el INEGI, la población total del municipio de Tuxtepec es de 133,913 habitantes, de los cuales 64,631 son hombres y 69,282 son mujeres. La población total del municipio representa el 3.89 por ciento, con relación a la población total del estado.

- Tasa de crecimiento de la población Municipio de San Juan Bautista Tuxtepec.

Tabla 4.21

Período	Municipal
1980 – 1990	6.07%
1990-1995	3.0%
1995 – 2000	0.95%

FUENTE: Sistema Nacional de Información Municipal.- INEGI Estados Unidos Mexicanos. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000 tabulados de la Muestra Censal. Cuestionario Ampliado. México, 2000.

El número de localidad para el municipio de Tuxtepec es 184.

La tasa de crecimiento promedio anual de la población de 1980 a 1990 del municipio de Tuxtepec con respecto al Estado de Oaxaca fue de 3.64%, y de 1990 a 1995 de 3.95%-. Cuya densidad poblacional reportada para 1990 fue de 176.17 Hab. /km² y para 1995 de 204.28 Hab. /km².

Vivienda

De acuerdo con la información proporcionada por el Centro Nacional de Desarrollo Municipal, los tipos de vivienda característicos en el municipio de Tuxtepec en su mayoría son particulares de 2 a 5 cuartos, representando el 50.67% de las viviendas con techo de lámina de asbesto y metal, con energía eléctrica y agua entubada con un índice de cobertura de servicios bueno.

Salud y seguridad social

- Sistema y cobertura de la seguridad social

Infraestructura del Sector Salud 2000 para el municipio de Tuxtepec.

Tabla 4.22

Unidades (clínicas u hospitales)	Primer Nivel	Segundo Nivel	Tercer Nivel
	19	3	0

Tabla 4.23

Camas		Médicos	
Censables	98	Generales	72
No Censables	74	Especialistas	76
Consultorios	63	En otra Actividad	39

Tabla 4.24

Consultas		Enfermeras	
Generales	101,916	Generales	126
Especialidades	26,494	Especializadas	22
		Otras	136
Intervenciones Quirúrgicas	5,113	Partos	3,451
Usuarías Activas de Planificación Familiar	6,281	Nacidos Vivos	3,408

Educación

- Población de 5 a 14 años que asiste a la escuela 118,341, población con el mínimo educativo 87.5%, índice de analfabetismo 0.79.

Tabla 4.25

Escuelas	Nivel Preescolar	Nivel Primaria	Nivel Secundaria	Nivel Bachillerato	Capacitación p/ el trabajo	Profesional medio
	100	133	52	12	7	3
Alumnos						
Total	12,813	40,774	21,535	10,799	9,330	1,976
Grupos						
Existentes	264	997	279	117	165	25

Índice de pobreza

Según el Consejo Nacional de Población (Conapo)

De acuerdo a los datos del Consejo Estatal de Población (COESPO), para el 2000 el Estado de Oaxaca, registró el tercer lugar en marginación en la República Mexicana, mientras que el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec se registra un índice de marginación medio, ocupando el lugar 1,775 a nivel nacional.

En algunos de los indicadores de educación, servicios básicos y de alimentación, el estado se encuentra rezagado respecto al resto del país, colocándolo entre los de mayor marginación relativa. En algunas localidades, municipios y regiones estos indicadores son preocupantes, ya que a pesar de los avances regionales, aún predomina la marginación en numerosos municipios, al interior de los mismos se dan contrastes en el desarrollo relativo de comunidades localizándose algunas con bajos niveles de marginación con otras de alta y muy alta marginación.

Oaxaca es un estado con rezagos en materia de bienestar social, de acuerdo a datos del Censo de Población y Vivienda de 1990, los indicadores de analfabetismo en la entidad son superiores al nivel nacional, pues mientras en el estado se registra un 21.49%, de población analfabeta de mayores de 15 años, el índice nacional se ubica en el 12%. De igual manera, el porcentaje de población mayor de 15 años sin primaria completa en el estado se ubica en el 45.53%, mientras que en el ámbito nacional este indicador es del 29%. Lo anterior significa que de cada 10 habitantes mayores de 15 años en el estado, casi 8 son analfabetas o no concluyeron la educación primaria.

En cuanto a la cobertura de servicios en el Estado el 44.36% de las viviendas registradas cuentan con drenaje y electricidad, mientras que el 18.89% cuenta con drenaje y agua entubada. En el caso de los habitantes que ocupan viviendas que cuentan con cocina en el Estado 86.73%, se registra el 70.95% con cocina exclusiva y el 11.83% compartida con dormitorio.

En el Estado de Oaxaca, el 41.60% de los ocupantes de las viviendas registradas aún cuentan con piso de tierra en el interior de ellas, sin embargo en el ámbito nacional este indicador es del 20%.

De acuerdo a estos mismos índices, la situación se vuelve más aguda en las regiones de atención prioritaria.

La marginación y el desempleo se constituyen en los principales problemas de la entidad. En más de la mitad del territorio del Estado se registran niveles de muy alta marginación, que corresponde a un grado de 2.079, debido principalmente a la dificultad geográfica y de aislamiento de las comunidades, que hace difícil dotar de los bienes y servicios con que cuentan las cabeceras municipales.

La baja productividad y la escasez de empleo en las zonas marginadas, originan un fuerte flujo migratorio, principalmente hacia la capital del país y el sur de los Estados Unidos

Indicadores para el municipio de Tuxtepec.

Tabla 4.26

Mayores de 15 años analfabetos	Ocupantes en viviendas particulares	
21.49%		
Mayores de 15 años sin primaria completa		
45.53%	Sin drenaje ni excusado	18.07%
Hab. En localidades menores a 5 mil hab.	Sin energía eléctrica	12.54%
64.01%	Sin agua entubada	26.95%
P. Ocupada con ingresos menores a 2 s. m.	Con hacinamiento	59.45%
71.93%	Con piso de tierra	41.60%

s.m = salario mínimo

En la zona del influencia del proyecto hidroeléctrico las actividades económicas que predominan son el cultivo del maíz, arroz, piña, caña de azúcar, frijol, tabaco café, plátano, mango, coco y hule. (fotos [17](#), [23](#), [29](#), [31](#)) (ver figura [potencial agrícola Oax](#))

En el sector pecuario la producción de carne y leche de bovinos es muy incipiente. Bajo condiciones de traspatio se realiza la Porcicultura, mientras que la Avicultura se encuentra estancada por los altos costos de los insumos y bajos precios de sus productos en el mercado.(ver figura [potencial pecuario Oax.](#))

La actividad forestal en el Estado de Oaxaca depende de una regionalización forestal que se maneja en la Comisión Forestal del Estado, se fundamenta principalmente en la superficie forestal arbolada y en las existencias maderables totales, de los diferentes

géneros botánicos que constituyen el bosque de clima templado y frío; la distribución de los aprovechamientos maderables autorizados en relación con el manejo que se da a los mismos por los prestadores de servicios técnicos forestales y en las clases de bosques desde el punto de vista comercial.

Participación económica

La población en el 2000 para el Estado de Oaxaca se estimó en 3,438,765 habitantes de los cuales el 48.2% son hombres y el 51.8 % son mujeres quedando en el 10º. lugar nacional, dado que un alto porcentaje vive en el campo, este porcentaje indica la presión que sobre la tierra cultivable tiene el Estado. La PEA rural es de 417,088 personas, que representan un 22.5% de la población rural y el 38.8% de la PEA estatal.

En el sector agropecuario el 22.13% de la población ocupada no percibe salario, 36.78% recibe menos de un salario mínimo y 18.24 perciben entre 1 y 2 salarios mínimos

La mujer ha incrementado su participación en las actividades agropecuarias y forestales y en el acceso a la propiedad de la tierra, actualmente representa un 21.03% de los posibles sujetos de derecho con parcela.

El Producto Interno Bruto (PIB) del Estado representa el 1.52% del PIB nacional, sin embargo, el PIB a tenido un factor de incremento del 1.03 en los últimos años. Con relación a los ingresos rurales, éstos provienen en más del 50% de las actividades agropecuarias y forestales; el ingreso rural no agrícola proviene de otras actividades tales como la industria y los servicios.

La participación de Tuxtepec en la economía se refleja en las siguientes tablas:

Tabla 4.27

Participación económica 2000		
Población	Habitantes	Porcentaje
Mayor de 12 años	87,107	65.04
Económicamente activa	47,350	35.35
-PEA Ocupada	46,852	34.98
- PEA Desocupada	498	0.37
Económicamente inactiva	49,002	36.59
No especificada	953	0.71

PEA por sector de actividad

Tabla 4.28

PEA por sector de actividad		
Sector	Personas	Porcentaje
Primario	11262	23.78
Secundario	10202	21.54
Terciario	24824	52.42
No especificado	1062	2.24

Tasa de participación económica de la población económicamente activa mayor de 12 años 49.0% y una Tasa de ocupación de 98.94%

Tabla 4.29

PEA por rama productiva		
Rama	Personas	Porcentaje
Agricultura ganadería y pesca	11262	24.03
Minería	41	0.08
Industria Manufacturera	6992	14.92
Energía eléctrica y agua	112	0.23
Construcción	3057	6.52
Comercio	8503	18.14
Transporte y comunicaciones	1941	4.14
Servicios Financieros	184	0.39
Actividad gobierno	1497	3.19
Servicios de esparc. Y cultura	210	0.44
Servicios profesionales y técnicos	575	1.22
Servicios restaurantes y hoteles	2467	5.26
Serv. Inmobiliarios	99	0.21
Otros excepto gobierno	4452	9.50
Apoyo a negocios	472	1.0
Serv. educativos	3027	6.46
Serv. Salud y asistencia social	1397	2.98

- Presencia de grupos étnicos

Tabla 4.30

Población indígena		
Porcentaje de población indígena en el municipio	16.93	%
Total de indígenas en el municipio	22,678	Habs
Mayores de 5 años	17,620	Habs
Menores de 5 años	5,058	Habs.

El 45.29 % del total de la población indígena del municipio habla el Chinanteco y el 12.65% habla el Chinateco de Ojitlán.

Índice de alimentación

De acuerdo con lo reportado por el INEGI la desnutrición en el Estado de Oaxaca muestra el siguiente comportamiento: el 22.03 % de la población presenta una desnutrición baja, el 5.01 % presenta desnutrición moderada y el 0.67% restante una desnutrición severa

Equipamiento

- Servicios para el manejo y la disposición final de residuos, fuentes de abastecimiento de agua, energía eléctrica, etcétera.

Existe un sitio de disposición de los residuos dentro del mismo municipio.

Las principales localidades del área cuentan con agua potable entubada y energía eléctrica a través de una línea de 34 kv. A su vez las poblaciones cercanas al proyecto como serían las localidades de Los Reyes y Santa Ursula cuentan con servicio telefónico, escuela primaria, canchas deportivas, drenaje y alumbrado público.

Tipos de organizaciones sociales predominantes

En el Estado de Oaxaca, Tuxtepec es el segundo municipio en importancia.

La superficie total del municipio es de 933.90 kilómetros cuadrados, es decir el 0.979% del total del Estado. (Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Oaxaca)

Con la finalidad de aprovechar al máximo el potencial productivo de la región y considerando los distintos tipos de productores, sus diversos niveles de capacidad

productiva y de las áreas geográficas que se asientan, en la zona donde se localiza el proyecto las actividades principales son:

Industria

Tuxtepec cuenta con un ingenio azucarero y una planta de diosgemina. Se encuentra El Aric, empresa de productores de café. Cuentan también con una planta cervecera El Trópico y diferentes empresas plataneras de un nivel de exportación.

Los productores están organizados en Núcleos Agrarios.

Potencial Productivo

En materia de productividad, el 44.6% de la superficie agrícola se concentra en distritos, los cuales cuentan con una superficie de 252 mil 265 ha., por lo que se registra una baja rentabilidad, en donde en el ámbito estatal y en tierras de uso común el 38.8 % es de uso agrícola y en parcelada es del 82.6%%, la producción ganadera es del 12.9 % en tierra de uso común y 4.6% en parcelada, en el ramo agropecuario el 29.4 % se da en tierras de uso común mientras que el 10.4 % en parcelada, la producción forestal es mínima dándose un 20.1 % en tierra de uso común y en terreno parcelado el 1.1 %, el restante 7.1 % se destina a otros usos. Considerando que 1 millón 103 mil 284 Ha. son de uso agrícola en el estado siendo el 11.5% de la superficie estatal, de las cuales 89 mil 284 Ha. son de riego y 1 millón 14 mil Ha. son de temporal, se emplean técnicas tradicionales como la roza-tumba y quema siendo prácticas comunes en el estado de Oaxaca, la cual al practicarse en superficies con pendientes superiores al 15%, provoca degradación de los suelos. Los productos de mayor producción en esta entidad son el maíz que en el ciclo otoño-invierno del 2000/2001 se sembró una superficie de 81,527 Has. de las que se cosecharon 80,850 Has. obteniendo una producción de 178,151 Ton. El frijol fue sembrado en una superficie de 7,021 Has. Cosechándose las mismas y con una producción de 6,483 Ton. En aspectos pecuarios la región no registra altos índices de producción. (ver figuras Potencial Agrícola y Pecuario Oax).

En épocas de estiaje, la actividad ganadera disminuye drásticamente.

No se reportan grupos ecologistas para la zona del proyecto

Aspectos económicos

- Estructura de tenencia de la tierra.

Para la región a la que corresponde nuestra área de estudio tenemos que la tenencia de la tierra se distribuye en ejidatarios y pequeños propietarios.

- Competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales.

De acuerdo a la organización regional establecida en el Estado de Oaxaca para la región a la que pertenece Tuxtepec no se tienen datos de una competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales.

- Posibles conflictos por el uso, demanda y aprovechamiento de los recursos naturales entre los diferentes sectores productivos.

No se identificaron conflictos por este concepto.

B) Factores socioculturales

ANÁLISIS DEL SISTEMA CULTURAL

1). Uso que se le da a los recursos naturales del área de influencia

Como ya se mencionó anteriormente el uso que se da a los recursos naturales en el área de influencia del proyecto esta representado por los plantíos de hule, del cual obtienen múltiples beneficios entre los que se encuentra la extracción de latex, chicle, etc.

2) Nivel de aceptación del proyecto

El proyecto de construcción de la central hidroeléctrica Cerro de Oro en terrenos federales de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado tiene una buena aceptación entre los pobladores asentados en las cercanías de la zona federal, ya que la ven como una gran oportunidad de nuevas fuentes de generación de empleos temporales durante la etapa de construcción de la central hidroeléctrica y después, durante la etapa de operación lo vislumbran como una fuente de energía más de donde se establecerían nuevas industrias que ofrecerán empleos.

3). Valor que se da a los espacios o sitios ubicados dentro de los terrenos donde se localizara el proyecto

Cabe mencionar que por tratarse de sitios ubicados dentro de la zona federal, cuyo uso está restringido únicamente a los servicios de infraestructura hidráulica, el valor que se da a los espacios o sitios donde se localizará el proyecto (casa de máquinas, subestación eléctrica y línea de transmisión) es nulo desde el punto de vista de sitio o sitios de reunión para los habitantes, recreación, o de aprovechamiento colectivo.

4). Patrimonio histórico

Por tratarse de un área restringida al aprovechamiento de infraestructura hidráulica en el sitio no existe patrimonio histórico, tales como monumentos histórico – artísticos, ni arqueológicos. En el sitio por donde pasará la línea de transmisión, por tratarse de áreas

que en su mayoría son zonas de cultivo, tampoco se encontraron monumentos histórico – artísticos ni arqueológicos ni conjuntos urbanos singulares, ya que en su mayoría son relativamente de nueva creación.

IV.2.5 Diagnóstico Ambiental

De acuerdo con la información de campo obtenida así como imágenes de archivo de la construcción de la presa, la zona donde se desarrollará el proyecto hidroeléctrico Cerro de Oro se observa previamente impactada, carente de individuos (flora y fauna) que identifiquen al lugar como un sitio bien conservado, por el contrario, la mayor parte de los individuos de flora pertenecen al tipo de vegetación secundaria que se establece después de que un bosque tropical perennifolio fue talado. De acuerdo con los inventarios de flora y fauna levantados durante el trabajo de campo de este estudio, ninguno de los individuos encontrados son indicadores de que el ambiente se encuentre en estado de sucesión, lo anterior se entiende por la siguiente razón: las áreas que se prevé ocupen la casa de máquinas y la subestación eléctrica se encuentran dentro de la zona federal que tiene a su cargo la Comisión Nacional del Agua, superficies que con cierta periodicidad son desmontadas por los elementos de seguridad que custodian las instalaciones de la presa Miguel de la Madrid, esto con la finalidad de tener las áreas de la cortina despejadas y libres de vegetación, con lo que se evita la vulnerabilidad de la presa, ya que se recordará que la infraestructura está considerada como estratégica por la vinculación que tiene con la central hidroeléctrica Temascal. Por lo que respecta a las áreas por donde pasará la línea de transmisión, el uso del suelo actual en gran parte de los predios es agrícola, pecuario y rural, llegando a ser urbano como el caso de las localidades de Santa Ursula, San Rafael y Sebastopol.

En los predios contiguos a donde se instalará la central hidroeléctrica y por donde pasará la línea de transmisión se puede observar que la vegetación secundaria derivada del bosque tropical perennifolio, es la que en la actualidad ocupa extensiones mucho más importantes que el bosque clímax.

De acuerdo con Rzedowski J. 1978, en general la sucesión de las comunidades vegetales en el ambiente de clima caliente y húmedo da la impresión de ser extraordinariamente compleja y en muchos casos es difícil encontrar en una región determinada las regularidades de secuencia de seres que se presentan más o menos claras en otros tipos de clima. Este fenómeno es particularmente notable a nivel de las fases arbustivas y arbóreas que son las que predominan ampliamente en las regiones del tipo de vegetación secundaria, pues los estadios en que prevalece la vegetación herbácea son de duración muy breve y casi se restringen a la ocupación por parte de malezas arvences y ruderales.

Sarukhán (1964) realizó en la región de Tuxtepec, Oaxaca, un experimento de sucesión de la vegetación sobre un área desmontada. Sobre la base de dos años de observaciones pudo llegar a una serie de conclusiones que pueden observarse en las zonas aledañas a donde se pretende la construcción del proyecto hidroeléctrico Cerro de Oro:

1. Después del establecimiento de las primeras especies, el desarrollo de la sucesión está influenciado por tocones y otros elementos capaces de regeneración que se hayan dejado en el terreno al practicar el desmonte.

2. En las etapas jóvenes de la sucesión dominan esencialmente representantes de tres familias de fanerógamas: Leguminosae, Compositae y Gramineae.

Por otra parte, Sousa (1964) efectuó un estudio florístico general de la vegetación secundaria que se desarrolla en Tuxtepec y encontró que tal vegetación secundaria contiene especies que pueden utilizarse como indicadoras de las asociaciones clímax de las cuales derivan.

Uso Potencial del suelo

Las áreas deforestadas que se localizan dentro de la zona federal, no tienen un uso potencial agrícola y/o pecuario ya que quedaron autorizadas bajo criterio de excepcionalidad para el desarrollo de infraestructura básica (carreteras, líneas de transmisión eléctrica, infraestructura hidráulica, etc.) en 1998.

Dadas las características y dimensiones del proyecto hidroeléctrico éste no presentará una incidencia tal que signifique cambios de relevancia en el paisaje local, sin bien se espera una disminución del caudal en dos kilómetros del río Santo Domingo y un aumento de caudal en el arroyo La Sal, el caudal del Río Santo Domingo después de la confluencia con el arroyo La Sal continuará siendo el mismo.

Como ya se mencionó, el predio donde se ubicará la central hidroeléctrica cuenta con una asignación de uso de suelo para infraestructura hidráulica, el proyecto en sí no modificará esta condición, antes bien, la consolidará.

En cuanto a la situación actual del uso del suelo, en los predios por donde pasará la línea de transmisión es agrícola y pecuario, por lo que la mayoría carece de vegetación natural

Deterioro de la comunidad vegetal

Tanto la construcción de infraestructura hidráulica como las actividades agropecuarias han incidido enormemente en la comunidad vegetal. En lo relativo a su distribución y abundancia ya que de acuerdo con lo reportado por Sousa 1964, las especies señaladas en la tabla N° 4.18 son características de lugares perturbados, cuya distribución es ininterrumpida en la cercanía de la zona federal.

Zona federal

Las componentes de la zona federal como son: el embalse y la estructura de control no sufrirán modificaciones con la inserción de la hidroeléctrica "Cerro de Oro", el ecosistema del embalse se mantendrá intacto.

La Cortina sufrirá modificaciones en una de sus galerías, sin embargo, esto no repercutirá en el ecosistema acuático.

El nivel del agua del embalse no tendrá oscilaciones.

Cabe señalar que la obra de toma contará con una estructura de rejillas, esto, aunado a la propia profundidad de la estructura, impedirán el paso de peces y otros objetos, por lo que la población ictiofaunística del embalse no se verá afectada.

Durante la operación de la Casa de Máquinas y la Subestación, el ruido que se produzca solo será perceptible hacia el interior del edificio.

Cabe recordar que en la zona federal el uso del suelo esta autorizado bajo el criterio de excepcionalidad para infraestructura básica, por lo que la Hidroeléctrica "Cerro de Oro" es totalmente compatible con el uso actual.

Debido a las características del escenario natural actual y a las de operación de la hidroeléctrica, la vegetación de la zona de influencia de Casa de Máquinas y Subestación no sufrirá alteraciones.

Aguas superficiales

El caudal del Río Santo Domingo se vera sensiblemente disminuido con la operación de la central hidroeléctrica en el tramo entre la descarga del vertedor y la confluencia con el arroyo La Sal, cabe mencionar que el cauce no se quedará sin agua corriente en ningún momento, ni durante la construcción ni durante la operación. En cambio, el caudal del arroyo La Sal se verá incrementado volviendo a manejar los antiguos caudales que conducía antes de que se construyera la presa Miguel de la Madrid Hurtado. En la actualidad este arroyo se encuentra azolvado, por lo que se prevé un desazolve del cauce, previo a la operación de la Hidroeléctrica Cerro de Oro, el material que se extraiga producto de desazolve se dispondrá sobre los hombros de mismo, por lo que el escenario ambiental no se verá modificado, ni se afectaran terrenos aledaños.

Derecho de vía de la línea de transmisión.

A lo largo de los 10.5 km, del tramo de la línea de transmisión a construir, el paisaje si se verá modificado, ya que las torres de transmisión no son un elemento natural de la región, sin embargo, una vez que la línea esté operando, los poseedores de los terrenos podrán seguir aprovechándolos en sus actividades agrícolas acostumbradas. De hecho, esta actividad es predominante en la zona (fotos N° [16](#), [17](#), [18](#), [22](#), [29](#), [30](#), [31](#))

En los sitios donde se cimentarán las torres, el cambio de uso del suelo será permanente.

Actualmente en una buena parte de estos predios hay actividades agrícolas y agroforestales.

Conclusiones

No se identifican actividades que provoquen un daño ambiental o un daño a los ecosistemas como resultado de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro" sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenen un desequilibrio ecológico.

Tampoco se propiciará la pérdida de elementos ambientales, que afecten la estructura o función, o que modifiquen las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Menos aún habrá alteraciones significativas de las condiciones ambientales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Escenario ambiental actual

La Central Hidroeléctrica Cerro de Oro es un proyecto que pretende aprovechar la infraestructura hidráulica existente de la presa Miguel de la Madrid Hurtado, cuya cortina se localiza entre el Cerro de Oro y el Santa Ursula en la localidad de Paso Canoa, dentro del Municipio de Tuxtepec, sus coordenadas geográficas son 17° 59' 50" de Latitud Norte y 96° 15' 19" de Longitud Oeste. La central se ubicará al pie del talud de la cortina dentro de la zona federal; la línea de transmisión iniciará en la zona de la central hidroeléctrica y finalizará interconectándose con la subestación eléctrica Benito Juárez de la CFE que se localiza en la población de Sebastopol con coordenadas 18° 02' 00" de Latitud Norte y 96° 10' 08" de Longitud Oeste, tendrá su trayectoria dentro de las localidades de Santa Ursula y San Rafael, ubicadas también en el municipio de Tuxtepec, Oaxaca.

En la actualidad el predio donde se dispondrá la hidroeléctrica, se caracteriza por su escasa vegetación en la que dominan las herbáceas, el estrato arbustivo está escasamente representado por especies características de vegetación secundaria y el arbóreo es muy reducido, en el lugar también podemos observar algunas líneas de transmisión y el talud de la Cortina de la presa,

Los elementos faunísticos también son escasos, en su mayoría están representados por anfibios y reptiles, cabe mencionar que en el lugar no se observa evidencia del establecimiento de una etapa de sucesión vegetal, posterior a la construcción de la presa Miguel de la Madrid Hurtado, esto se debe principalmente a que los elementos encargados de la seguridad de la presa podan con frecuencia la zona federal que bordea la Cortina, y donde se ubicará la central hidroeléctrica, con la finalidad de mantener libres de vegetación las zonas vulnerables de la infraestructura.

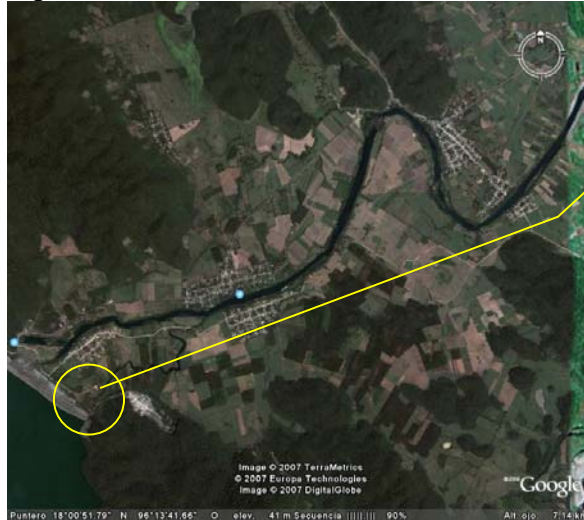
En los predios colindantes con la zona federal, aguas abajo de la cortina, se observa el establecimiento de monocultivos de hule.

Otro elemento importante del escenario ambiental actual lo constituye el río Santo Domingo, que como se mencionó en el capítulo II recibe el gasto que desaloja la Estructura de Control de la presa Miguel de la Madrid Hurtado.

Es importante mencionar que un elemento de la hidrología superficial del lugar lo constituye el arroyo La Sal del cual es evidente que su cuenca de captación quedó inundada por el embalse de la presa Miguel de la Madrid, y que su actual caudal lo conforman las filtraciones de la presa y los escurrimientos provenientes del Cerro Santa Ursula.

Por lo que respecta al escenario ambiental que atraviesa la línea de transmisión se encuentra constituido en su mayor parte por terrenos agroforestales y agrícolas cuyos cultivos son de hule, caña de azúcar y maíz, así como áreas rurales y urbanas.

Figura 5.1



V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El procedimiento a seguir para identificar, describir, cuantificar y evaluar los impactos ambientales derivados del proyecto Hidroeléctrico “Cerro de Oro” es el método de matriz reducida de Leopold.

En ésta, los impactos se tipifican de acuerdo con el grado de severidad en categorías relativas, el método consiste en ubicar en orden las actividades preponderantes del proyecto, las cuales se dispondrán en columnas y los aspectos del ambiente se categorizarán en filas. La interacción entre estos dos aspectos forma una tabla que permite identificar los impactos que tendrá el proyecto sobre el ambiente. Este método permite establecer un valor subjetivo a estas interacciones y calificar los impactos.

V.1.1 Indicadores de impacto

Dadas las características ambientales del sitio donde se desarrollará la central Hidroeléctrica Cerro de Oro y los sitios por donde pasará la línea de transmisión se establecieron los siguientes indicadores de impacto:

1.- Grado de alteración del sistema natural.- Éste indicador tiene como objetivo conocer el nivel de alteración en que se encuentra el sistema natural de coberturas vegetales, frente

a la intervención antrópica (construcción y operación de la presa Miguel de la Madrid Hurtado).

2.- Grado de conservación del sistema boscoso.- Se entiende como la presencia de áreas boscosas que han persistido como unidad natural y que no han sido alteradas significativamente por las actividades antrópicas. Además en el caso del trazo de la línea de transmisión se fundamenta en la hipótesis de que los sistemas agropecuarios y agroforestales han reemplazado a los sistemas boscosos.

3.- Cambio de coberturas vegetales del sistema natural.- De acuerdo con las investigaciones de Sarukhán sobre zonas perturbadas de bosque tropical perennifolio, la vegetación por sí sola está siempre sometida a una dinámica tendiente a la sucesión vegetal, sin embargo en la zona donde se establecerá la Central Hidroeléctrica la acción perturbadora de las constantes podas por parte de la Comisión Nacional del Agua, interfiere en esta sucesión por lo que la dominancia de especies herbáceas características de vegetación secundaria se hace presente.

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

- Número de fuentes móviles (durante las etapas de construcción y operación de la central hidroeléctrica Cerro de Oro).
- Caudales afectados por disminución o aumento de flujo; disminución en el caso del río Santo Domingo¹ y aumento en el caso del arroyo La Sal.
- Formaciones vegetales afectadas
- Número de especies protegidas o endémicas afectadas
- Zonas de reproducción afectadas por riesgo de remoción durante el desmonte
- Superficie de ocupación de especies vegetales y animales, se reducirán estas superficies con la infraestructura de la Hidroeléctrica.
- Desplazamiento de comunidades de fauna hacia sitios menos perturbados.
- Volumen de movimiento de tierras

V.1.3. Criterios y metodología de evaluación

V.1.3.1 Criterios

Para la evaluación de los impactos ambientales se utilizaron los criterios siguientes:

- Dimensión, considerada como el grado de afectación de cada impacto concreto sobre el correspondiente factor ambiental.
- Signo, mediante este criterio se determina si el impacto analizado es positivo o negativo, en el sentido de afectación del medio natural.
- Permanencia, criterio que se emplea para la valoración de la escala temporal en la que el impacto analizado actúa sobre el correspondiente factor ambiental, estos pueden ser esporádicos, temporales y permanentes.

¹ En el tramo entre la descarga del vertedor y su confluencia con el arroyo La Sal

- Reversibilidad, Considerando ésta como la posibilidad de que el sistema afectado pueda volver a sus condiciones originales al cesar el efecto por si, o mediante la aplicación de medidas de mitigación.
- Viabilidad de adoptar medidas de mitigación, la aplicación de este criterio determinará mediante una valoración técnica y económica general, la posibilidad de minimizar un determinado impacto mediante la aplicación de medidas de mitigación.

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

La metodología que se ha aplicado en el desarrollo del presente estudio, como se indica en el apartado V.1, es el método de matriz reducida de Leopold en la que los impactos se tipifican de acuerdo con el grado de severidad en categorías relativas, el método consiste en ubicar en orden las actividades preponderantes del proyecto, las cuales se dispondrán en columnas y los aspectos del ambiente se categorizarán en filas. La interacción entre estos dos aspectos forma una tabla que permite identificar los impactos que tendrá el proyecto sobre el ambiente. Este método permite establecer un valor subjetivo a estas interacciones y calificar los impactos.

Esta metodología ha sido adoptada considerando:

- Que el entorno natural se encuentra alterado, evidenciándose por el tipo de vegetación que se presenta en la zona.
- El sitio donde se desarrollará el proyecto queda dentro de la zona federal de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado razón por la cual la actividad de generación de energía eléctrica es compatible con el uso de suelo actual.
- La Central, durante las etapas de operación y mantenimiento no generará emisiones a la atmósfera, los desechos que se generaran son de tipo doméstico, representados por la basura que se pudiera llegar a generar por el personal que operará la central.

El primer paso en la evaluación de los impactos al ambiente es la identificación de éstos. Una vez establecida tal identificación se describen, clasifican y califican, de acuerdo con su calidad, en benéficos o adversos, como se muestra en la Tabla 5.1

Tabla 5.1 Calidad de los Impactos al Ambiente

Calidad de los impactos al ambiente	
Calidad del Impacto	Características
Benéfico	Cambia de manera positiva el medio ambiente, el ecosistema y/o afecta de la misma manera a la población. Mejoría ambiental del ecosistema
Adverso	Cambia de manera negativa el medio ambiente, el ecosistema y/o afecta de la misma manera a la población. Deterioro ambiental del ecosistema

El siguiente paso consiste en la determinación del grado del impacto:

Tabla 5.2 Grados de Impacto

Grado de impacto	
Grado	Características
Significativo	Acumulativo,* sinérgico,** significativo o relevante,*** y residual.****
No significativo	Impacto de tipo micro, puntual, temporal y mitigable.

* 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.

** 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.

*** 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

**** Residual: es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

A cada uno de los impactos ambientales determinados se le asigna una calificación, de acuerdo con las características de calidad y grado del impacto evaluado, adicionalmente se establece una nomenclatura para las calificaciones a asignar de acuerdo con el grado de afectación en caso de ser no significativo.

La simbología que se establece para representar los diferentes tipos de impacto en el presente documento es la que se presenta en la Tabla 5.3

Tabla 5.3. Valor asignado a los Impactos al Ambiente

Valor asignado a los Impactos al Ambiente	
Tipo de impacto	Valor asignado
Impacto adverso significativo	-2
Impacto adverso no significativo	-1
Sin impacto	0
Impacto benéfico no significativo	+1
Impacto benéfico significativo	+2

En esta fase del estudio se desarrolla el procedimiento propuesto, de este modo se determinan los impactos ambientales generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica “Cerro de Oro” con referencia a los factores ambientales involucrados, los cuales dependerán principalmente de las características y aspectos de tipo físico – químico, biológico y socioeconómico implicados. En esta descripción se hará un análisis mediante la matriz de impactos modificada y reducida de Leopold. La clasificación mantendrá constante un elemento del ambiente mientras varía la etapa del proyecto, obteniendo así el comportamiento del impacto respecto al tiempo.

La determinación y clasificación de los impactos al ambiente identificados se presenta en la Tabla 5.4 La justificación y comentarios a las clasificaciones asignadas a cada impacto identificado se presentan después de la matriz de impactos.

Como fase final del proceso se realiza la evaluación de los impactos tanto benéficos como adversos más significativos.

Tabla 5.4 Matriz Reducida de Leopold para la Central Hidroeléctrica “Cerro de Oro”.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN
RECURSOS	CATEGORÍA	REGLON	Instalación de infraestructura de apoyo	Desmontes, despalmes y/o excavaciones	Relleno	Obra de Toma	Túnel de conducción excavado	Trinchera de tubería de presión	Casa de máquinas excavada y Canal de Descarga	Equipamiento electro-mecánico y LT	Operación y mantenimiento
AGUA	Subterránea	Calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Superficial	Calidad	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0
		Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
SUELO	Subsuelo	Estabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Superficie	Uso potencial	0	0	0	0	0	0	0	-2	+2
AIRE	Atmósfera	Calidad	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0
		Ruido	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0
		Olores	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIOTA		Vegetación	-1	-1	0	0	0	0	0	-2	0
		Fauna	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
ECOSISTEMA	Dinámica Ecológica	Flujos de materia y energía	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0
		Paisaje	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0
ECONOMÍA	Economía local		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0
	Empleo		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0
	Calidad de vida		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2
	Agricultura		0	0	0	0	0	0	0	0	+2
ASENTAMIENTOS HUMANOS	Población		0	0	0	0	0	0	-1	0	+2
	Infraestructura y servicios		0	0	0	0	0	0	0	0	+2
	Centros urbanos		0	0	0	0	0	0	0	0	+2

CLAVE DE IMPACTOS: -2, Adverso significativo; -1, Adverso no significativo; 0 Sin Impacto; +1, Benéfico No Significativo; +2 Benéfico Significativo

A continuación se describen las características cualitativas tales como duración, reversibilidad, necesidad de medidas correctivas e importancia asignadas a cada impacto.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

En esta etapa de acuerdo a las actividades enunciadas en el capítulo N° II de este estudio se identificaron los siguientes:

Agua subterránea

No se generarán impactos en el agua subterránea debido a que durante las actividades de infraestructura de apoyo, demoliciones, excavaciones y relleno no se afectará el acuífero, toda vez que las dimensiones y profundidad de las obras son reducidas.

Por otro lado, para el caso de la línea de transmisión las excavaciones serán superficiales y no se ejecutarán: relleno, nivelación y compactación ni se instalarán campamentos ni infraestructura de apoyo. En consecuencia, no se generarán impactos al agua subterránea.

Cabe mencionar que para el desarrollo del proyecto hidroeléctrico “Cerro de Oro” no se contempla la instalación de pozos o sustracción de aguas subterráneas, por lo tanto no se prevén impactos.

Agua superficial

En esta etapa del proyecto no se prevén impactos sobre los cuerpos de agua superficiales, río Santo Domingo y arroyo La Sal

Cabe señalar que no se prevé este impacto para el caso de la línea de transmisión ya que sus estructuras de sustentación se instalarán fuera de drenes naturales o cauces de ríos o arroyos.

Subsuelo

No se generarán impactos al subsuelo durante la ejecución de la instalación de la infraestructura de apoyo y despalme.

Suelo superficial

No se prevén impactos al uso potencial ya que en el sitio donde se instalará la central hidroeléctrica, entre el canal de descarga de la presa y el antiguo cauce del río Santo Domingo, el uso de suelo esta autorizado bajo criterio de excepcionalidad para infraestructura básica, entre la que se encuentran: el aprovechamiento hidráulico para la generación de electricidad y la instalación de líneas de transmisión, entre otros.

Se prevé un impacto adverso no significativo, tipo micro, puntual, permanente e irreversible ocasionado por excavación a 2.50 m de profundidad para la cimentación de las 22 torres de transmisión que se contemplan instalar.

Calidad del aire

Central Hidroeléctrica: Durante las actividades de demolición, excavación y relleno, se desprenderán polvo y partículas con lo que se producirá un impacto adverso no significativo, temporal, reversible y prevenible.

Línea de Transmisión: Durante las actividades de excavación para las cimentaciones se prevé un impacto adverso no significativo temporal, reversible y prevenible debido a la emisión de polvo y partículas.

Ruido

Central Hidroeléctrica: Durante la instalación de la infraestructura de apoyo, demolición, excavaciones, relleno, se generará un impacto adverso no significativo, temporal, reversible y mitigable ya que al estar en funcionamiento la maquinaria utilizada se produce ruido entre 90 y 105 decibeles.

Línea de transmisión: No se generarán impactos

Olores

Central Hidroeléctrica: No se producirán olores durante esta etapa del proyecto por lo tanto no se generarán impactos.

Línea de transmisión: No se prevé impacto ambiental ya que no se generarán olores en esta etapa del proyecto.

Vegetación

Central Hidroeléctrica: Se prevén impactos adversos no significativo a este recurso ya que con el proceso de desmonte y despalme se perderá la vegetación del sitio cabe redestacar que en el sitio solo existen pastos vegetación herbácea y algunos individuos arbustivos de vegetación secundaria (fotos N° [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#))

Línea de transmisión: Los terrenos por donde pasará, de acuerdo con la carta de zonificación forestal la región está considerada como terrenos no forestales la cual tiene previsto un uso del suelo predominante agrícola. Sin embargo, existen manchones de vegetación, que de acuerdo a las especies más representativas, pertenecen a bosque tropical perennifolio; es en este sentido que se prevé que durante las actividades de despalme se generará un impacto ambiental adverso no significativo, temporal, reversible y mitigable.

Fauna

Central Hidroeléctrica: Se prevé la generación de un impacto adverso no significativo ya que la fauna presente en el lugar será desplazada a sitios menos perturbados

Línea de Transmisión: Se generará un impacto adverso no significativo, temporal reversible y mitigable por la presencia de los trabajadores encargados de las actividades de despalme y excavación lo que provocará que la herpetofauna se desplace a sitios menos perturbados.

Flujos de Materia y Energía

Central Hidroeléctrica: Con las actividades propias de la preparación del sitio se prevé un impacto adverso no significativo transitorio al desplazarse la fauna presente con lo que con el despalme y el derribo de vegetación se esperan afectaciones a los flujos de materia y energía.

Línea de Transmisión: Al desplazarse la fauna a lugares menos perturbados se da un cambio en los flujos de materia y energía por lo que se genera un impacto adverso no significativo, mitigable y compensable.

Paisaje

Central Hidroeléctrica: El ecosistema es el conjunto de relaciones que permiten la coexistencia de una diversidad de entes vivos, sus flujos de energía, materia y las relaciones entre sus comunidades. Esta definición no excluye al hombre y sus relaciones con los seres vivos de su ambiente. En el ecosistema se evalúa el impacto sobre los flujos de materia y energía en el paisaje. Durante la etapa de preparación del sitio se generarán impactos adversos no significativos debido a que se derribará la escasa vegetación con lo que se modificará el paisaje de manera permanente, debido a que el uso del suelo en el predio (Zona Federal) donde se desplantará la hidroeléctrica, es para infraestructura hidráulica y de energía, por lo que se considera que la central hidroeléctrica esta acorde con los usos a que tiene destinado el predio.

Línea de Transmisión: Se prevé un impacto adverso no significativo, temporal, reversible y automitigable durante el despalme.

Economía Local

Central Hidroeléctrica: El impacto que se prevé para esta etapa del proyecto es benéfico, temporal e importante ya que este tipo de obras provocará un aumento de las ventas en localidades aledañas a la obra localizadas en el municipio de Tuxtepec.

Línea de Transmisión: Se producirá un incremento en las ventas de los negocios, en virtud de que el acceso previsto al sitio de las obras es el paso forzoso, y la derrama económica por este concepto será sobre varias localidades, por lo tanto se generará un impacto benéfico no significativo, temporal.

Empleo

Central Hidroeléctrica: Se prevé un impacto benéfico no significativo y temporal debido a que este tipo de obras promueve la contratación de mano de obra local del municipio de Tuxtepec, como peones y cabos, por lo que los ingresos se ven incrementados.

Línea de Transmisión: Se prevé un impacto benéfico no significativo y temporal sobre varias comunidades al contratar mano de obra local durante esta etapa del proyecto.

Calidad de Vida

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos.

Línea de Transmisión: Al aumentar sus ingresos se estima una mejoría en la calidad de vida en varias comunidades, sin embargo este impacto se considera benéfico no significativo dada la temporalidad del suceso.

Agricultura

Central Hidroeléctrica: No se advierte impacto ambiental alguno sobre las actividades agrícolas y pecuarias de la región durante la ejecución de esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: Aún cuando los predios por donde se ejecutará el despalme son agrícolas y pecuarios, no se prevén impactos debido a que en el momento que se ejecuten estas acciones será coincidente con el período en que no se efectúen actividades agrícolas.

Población

Central Hidroeléctrica: Debido a que las acciones a ejecutar durante esta etapa del proyecto se realizarán dentro de la zona federal y que el único malestar que se provocará en la población será el incremento por la carretera federal del paso de vehículos y el acceso a la zona federal del equipo de excavación, por lo que no se estiman impactos adversos.

Línea de Transmisión: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Infraestructura y Servicios

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos durante esta etapa del proyecto.

Centros Urbanos

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos durante esta etapa del proyecto.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En esta etapa del proyecto se manejará la maquinaria y el equipo ya descritos en el capítulo 2 de este estudio, se generan diversos impactos producto de estas actividades.

Agua subterránea

Central Hidroeléctrica: No se generarán impactos en la calidad y la cantidad del agua subterránea durante esta etapa del proyecto en virtud de que no se harán perforaciones, ni excavaciones a grandes profundidades.

Línea de Transmisión: Durante el ensamblado de las torres no se generarán impactos en la calidad y la cantidad a este recurso.

Agua superficial

Central Hidroeléctrica: Se prevé un impacto adverso no significativo con la construcción del Canal de Descarga

Línea de Transmisión: No se generarán impactos a este recurso por el armado de las torres ni por la colocación de las líneas.

Subsuelo

Central Hidroeléctrica: No se generarán impactos al subsuelo durante la ejecución de las actividades de esta etapa.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos durante esta etapa del proyecto.

Suelo superficial

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos al uso potencial, ya que en el sitio donde se construirá la central hidroeléctrica el uso de suelo esta autorizado bajo criterio de excepcionalidad para la instalación de infraestructura básica, entre la que se encuentran: el aprovechamiento hidráulico para la generación de electricidad y la instalación de líneas de transmisión, entre otros.

Línea de Transmisión: El uso potencia del suelo se verá afectado en los sitios de cimentación de las torres (zapatas aisladas de una superficie de 64 m² por torre), por lo que se prevé un impacto adverso significativo acumulativo, permanente, irreversible y compensable para cada sitio donde se ubiquen las zapatas.

Calidad del aire

Central Hidroeléctrica: Durante la ejecución de las actividades de esta etapa se generarán impactos adversos no significativos temporales por la excavación del túnel de conducción, la casa de máquinas.

Línea de Transmisión: Durante la ejecución de esta etapa no se liberaran polvos o partículas al ambiente, por lo tanto no se producirán impactos.

Camino de acceso No se prevén impactos.

Ruido

Central Hidroeléctrica: Durante esta etapa del proyecto el único ruido que se producirá será el de los generadores de energía eléctrica y el de los compresores neumáticos, el cual será de hasta 105 decibeles, por arriba de los límites establecidos por la normatividad, con lo que se producirá un impacto adverso poco significativo, temporal y mitigable al personal que laborará en este frente de trabajo

Línea de transmisión: No se generarán impactos

Olores

Central Hidroeléctrica: No se producirán olores durante esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: No se producirán olores durante esta etapa del proyecto.

Vegetación

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos a este recurso durante las actividades a ejecutar en esta etapa, ya que en el sitio donde se construirán la casa de máquinas y la subestación se habrá desmontado durante la etapa de preparación del sitio y el camino de acceso al sitio carece de vegetación.

Línea de transmisión: Los predios donde se construirán las cimentaciones de las torres de transmisión actualmente están ocupados por zonas de cultivos y por manchones de vegetación secundaria con algunos elementos de bosque tropical perennifolio, por lo que se prevé, un impacto adverso acumulativo, permanente, irreversible y compensable.

Por otro lado con la instalación de 10.5 km, de la línea, en los sitios donde haya vegetación será necesaria su poda o derribo, con lo que se prevé un impacto adverso no significativo, temporal, reversible y automitigable.

Fauna

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos.

No se contempla impacto a este recurso durante la construcción de la casa de máquinas y subestación ya que las actividades antrópicas actuales en el sitio, aunado a las actividades de preparación del sitio ahuyentarán a la fauna.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos debido a que las afectaciones son muy puntuales.

Flujos de Materia y Energía

Central Hidroeléctrica: En virtud de que durante esta etapa del proyecto el movimiento de maquinaria, equipo, trabajadores y materiales es continuo, se prevé un impacto adverso no significativo, temporal, reversible y mitigable.

Línea de transmisión: Con la inserción de las torres de transmisión y con motivo del derribo de vegetación, en las pocas superficies donde se presentan, se espera una afectación a los flujos de materia y energía por lo que se prevé un impacto adverso no significativo.

Paisaje

Central Hidroeléctrica: En virtud de que durante la excavación y relleno habrá movimiento de materiales térricos, se prevé un impacto adverso no significativo, temporal, irreversible y compensable.

Línea de transmisión: Debido a que la infraestructura de las torres de transmisión no son elementos del paisaje natural y durante se construcción se estará haciendo movimiento de materiales e instalando las estructuras de la torres se prevé un impacto adverso no significativo.

Economía Local

Central Hidroeléctrica: Con la concentración de trabajadores durante esta etapa se ven incrementadas considerablemente las ventas en los negocios aledaños a la obra, inclusive se espera que esta derrama económica se refleje en Tuxtepec.

Por lo anterior se prevé un impacto benéfico no significativo, temporal.

Línea de Transmisión: Se producirá un incremento en las ventas de los negocios que quedan de paso, en virtud de que es obligado el acceso previsto al sitio y la derrama económica por la venta de insumos y alimentos será sobre varias localidades, por lo tanto se generará un impacto benéfico no significativo temporal.

Empleo

Central Hidroeléctrica: El impacto que se prevé para esta etapa del proyecto es benéfico, temporal e importante ya que se contratará mano de obra local como peones, cabos sobrestante, vigilantes, personal de aseo operadores de maquinaria no especializada por lo que se prevé un impacto benéfico no significativo, temporal

Línea de Transmisión: Se prevé un impacto benéfico no significativo y temporal sobre varias comunidades al contratar mano de obra local durante esta etapa del proyecto.

Calidad de Vida

Central Hidroeléctrica: Al aumentar sus ingresos se estima una mejoría en la calidad de vida de los pobladores, sin embargo este impacto se considera benéfico no significativo dada la temporalidad del suceso.

Línea de Transmisión: Al aumentar sus ingresos se estima una mejoría en la calidad de vida en varias comunidades, sin embargo este impacto se considera benéfico no significativo dada la temporalidad del suceso.

Agricultura

Central Hidroeléctrica: No se advierte impacto ambiental alguno sobre las actividades agrícolas y pecuarias de la región durante la ejecución de esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: Aún cuando los predios por donde se edificarán las torres y colocarán las líneas de transmisión están en su mayoría abocadas a la agricultura, no se presentará impacto en la economía que se deriva de las actividades agrícolas, ya que estas serán pagadas por la empresa.

Población

Central Hidroeléctrica: Debido a que las acciones a ejecutar durante esta etapa del proyecto se realizarán dentro de la zona federal el único malestar que se provocará en la población será el continuo paso de vehículos camionetas pick up y camiones de volteo, se considera un impacto ambiental adverso no significativo, temporal, reversible y prevenible.

Línea de Transmisión: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Infraestructura y Servicios

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos durante esta etapa del proyecto.

Centros Urbanos

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos durante esta etapa del proyecto.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En esta etapa del proyecto no se manejan sustancia y/o materiales que puedan afectar el ambiente.

Agua subterránea

Central Hidroeléctrica: No se generarán impactos en esta etapa del proyecto

Línea de transmisión: No se producirán impactos durante esta etapa.

Agua superficial

Se prevé un impacto ambiental adverso no significativo, prevenible y mitigable durante las actividades de operación de la central hidroeléctrica sobre el caudal del Río Santo Domingo ya que éste disminuirá sensiblemente en un tramo de 2 km, desde la estructura de descarga de la presa Miguel de la Madrid Hurtado hasta su confluencia con el arroyo La Sal, dado que la Hidroeléctrica descargará el agua al arroyo La Sal.

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos adversos, ya que el agua que se utilizará para la generación de electricidad será la que actualmente sale por la estructura de descarga de la presa Miguel de la Madrid Hurtado, es importante destacar que no se consume ni contamina el agua, solo se aprovecha la energía potencial de la misma.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos.

Subsuelo

Central Hidroeléctrica: No se generarán impactos.

Línea de Transmisión: No se producirán impactos.

Suelo superficial

Central Hidroeléctrica: Se producirá un impacto benéfico significativo debido a que la operación de la planta será congruente con el uso del suelo autorizado para esta zona federal.

Línea de Transmisión: No se producirán impactos.

Calidad del aire

Central Hidroeléctrica: No se generarán impactos.

Línea de Transmisión: No se producirán impactos.

Ruido

Central Hidroeléctrica: El ruido que se generará solo será perceptible al interior del edificio.

Línea de transmisión: No se generarán impactos

Olores

Central Hidroeléctrica: No se producirán olores durante esta etapa del proyecto por lo tanto no se generarán impactos.

Línea de transmisión: No se prevé impacto ambiental ya que no se generarán olores en esta etapa del proyecto.

Vegetación

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Línea de transmisión: No se producirán impactos durante esta etapa

Fauna

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos.

Línea de Transmisión: No se producirán impactos

Flujos de Materia y Energía

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos en esta etapa del proyecto

Línea de Transmisión: No se generarán impactos en esta etapa del proyecto.

Paisaje

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos para esta etapa del proyecto

Línea de Transmisión: Se prevé un impacto adverso no significativo, permanente compensable.

Economía Local

Central Hidroeléctrica: No se producirán impactos

Línea de Transmisión: No se producirán impactos.

Empleo

Central Hidroeléctrica: No se generarán impactos.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos.

Calidad de Vida

Central Hidroeléctrica: El flujo de energía de la central hidroeléctrica con su interconexión a la subestación cercana a las localidades del municipio de Tuxtepec beneficiará a la población de forma directa e indirecta al contar con la seguridad del suministro de energía en una fuente cercana y al existir un periodo de generación continua en la central hidroeléctrica, por ende, disminución en la variación de voltajes y mayor duración de sus aparatos electrodomésticos, este impacto se considera benéfico significativo permanente.

Línea de Transmisión: No se producirán impactos.

Agricultura

Central Hidroeléctrica: No se prevén impactos.

Línea de Transmisión: se espera un impacto benéfico significativo para los propietarios de los predios en donde cruzará la línea de transmisión, ya que además de verse beneficiados con el pago respectivo por los derechos de servidumbre de paso, podrán continuar aprovechando en cultivos la superficie prevista para el derecho de vía.

Población

Central Hidroeléctrica: Se producirán impactos benéficos significativos a las poblaciones e industrias a las que se suministrará la energía, así como la estabilización en el voltaje de suministro debido a la cercanía de la fuente de energía sin pérdidas o caídas de tensión.

Línea de Transmisión: No se prevén impactos durante esta etapa del proyecto.

Infraestructura y Servicios

Central Hidroeléctrica: Se producirá un impacto benéfico significativo con el suministro de la energía eléctrica.

Línea de Transmisión: No se generarán impactos durante esta etapa del proyecto.

Centros Urbanos

Central Hidroeléctrica: Se prevé un impacto ambiental benéfico significativo por el abastecimiento confiable de energía eléctrica sin emisiones contaminantes a la atmósfera.

Línea de Transmisión: Se generará un impacto benéfico indirecto a los centros urbanos cercanos, ya que la energía producida en la central hidroeléctrica llegará a una subestación cercana a ellos, dando cierta seguridad al suministro y menor variación en el voltaje.

Justificación y descripción de la metodología

A partir del análisis de la matriz reducida y modificada de Leopold se evaluarán los impactos ocasionados por el proyecto hidroeléctrico, mediante la asignación de un peso a los diferentes elementos de la matriz. Esta asignación que es una técnica intermedia entre la metodología de Rau y el concepto de los escalares del *Environmental Evaluation System* tiene su fundamento en la ponderación de los impactos, de acuerdo con la importancia de su alcance a lo largo de las cadenas tróficas y su afectación al ambiente y a los humanos.

Así, la afectación al medio (agua, aire y suelo), en su calidad de recurso no renovable, suma una cantidad de escalares mayor que el interés humano (economía y asentamientos humanos); a su vez, éste tiene una mayor ponderación escalar sobre la ecología (biota y ecosistema). Los factores de ponderación serán asignados de acuerdo con la siguiente calificación:

Medio ambiente	10
Interés humano	6
Ecología	4

De esta manera, en la matriz modificada de Leopold se tienen 180 elementos que corresponden a 9 columnas y 20 renglones, de los cuales 9 x 9 elementos (81) corresponden a la afectación al medio ambiente. Estos elementos de la matriz totalizan

$$81 \times (-2) \times 10 = -1620 \text{ puntos}$$

De afectación ambiental cuando todos los valores que se obtienen son adversos significativos, es decir, el peor impacto al medio ambiente debido al proyecto totalizaría un valor de -1620. El mismo valor se obtendrá si todas las calificaciones obtenidas fueran debidas a impactos benéficos significativos.

En el rubro de interés humano se encuentran 9 x 7 elementos de matriz que, con un factor de ponderación de 6 y, para un impacto adverso significativo en todos los elementos (que corresponde al peor caso) se tendrá un total de

$$63 \times (-2) \times 6 = -756 \text{ puntos}$$

Y un impacto benéfico significativo con la misma calificación de signo positivo.

El rubro de ecología cuenta con 9 x 4 elementos de matriz y un factor de ponderación de 4. La puntuación máxima para solamente impactos adversos significativos será entonces,

$$36 \times (-2) \times 4 = -288$$

Y de +288 en el mejor impacto benéfico. Si se contabilizan los impactos máximos por etapa del proyecto, se tienen los valores de impacto máximos que se presentan en la Tabla 5.5

Tabla 5.5 Valores de Impacto Teórico máximo por etapa del proyecto

Impactos Máximos por Etapa	Medio Ambiente	Interés Humano	Ecología
IMPACTO BENÉFICO MÁXIMO			
Etapa de preparación del sitio	+540	+252	+96
Etapa de construcción	+900	+420	+160
Etapa de operación y mantenimiento	+180	+84	+32
IMPACTO ADVERSO MÁXIMO			
Etapa de preparación del sitio	-540	-252	-96
Etapa de construcción	-900	-420	-160
Etapa de operación y mantenimiento	-180	-84	-32

Así mismo, en la tabla 5.6 se presenta la puntuación que obtuvo el Proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro" para cada etapa y rubro ambiental.

Tabla 5.6. Valores de Impactos Reales

Impactos Reales por Etapa	Medio Ambiente	Interés Humano	Ecología
IMPACTO BENÉFICO			
Etapa de preparación del sitio	0	+54	0
Etapa de construcción	0	+90	0
Etapa de operación y mantenimiento	+20	+60	0
IMPACTO ADVERSO			
Etapa de preparación del sitio	-50	0	-24
Etapa de construcción	-110	-6	-8
Etapa de operación y mantenimiento	-10	0	0

RESULTADOS

Por último, en la Tabla 5.7. se presentan los porcentajes de los impactos calculados para el proyecto con respecto a los máximos, obtenidos como

$$\{ \text{Impacto (benéfico/adverso)} / \text{Impacto (benéfico/adverso)} \text{ máximo} \} * 100$$

Tabla 5.7. Porcentaje de Impactos con respecto a los Impactos máximos

Etapa	Medio Ambiente (AGUA, AIRE, SUELO)		Interés Humano (ECONOMÍA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS)		Ecología (BIOTA Y ECOSISTEMA)	
	Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico
Preparación del sitio	-9.26	0.00	0.00	21.43	-25.00	0.00
Construcción	-12.22	0.00	1.43	21.43	-5.00	0.00
Operación y Mantenimiento	-5.56	11.11	0.00	71.43	0.00	0.00

Una vez cuantificados los impactos al ambiente, para cada categoría ambiental, se observan algunos puntos interesantes acerca del impacto que el proyecto originará en el medio ambiente.

V.2.4. Evaluación de los impactos

Medio ambiente

Del análisis de la tabla 5.7 se deduce que durante todas las etapas estudiadas el proyecto producirá diversos porcentajes de impactos adversos sobre el medio ambiente. Para la etapa de preparación del sitio se obtuvo un valor de -9.26% se considera que este impacto podría llegar a ser acumulativo si no se establecen y observan medidas de mitigación que eviten su interacción con los impactos que se efectuaron en el pasado y/o que están ocurriendo. El -12.22% para la etapa de construcción y de -5.56% para la etapa de operación, ya que durante ésta se reducirá el caudal del río Santo Domingo, por lo que se establecerán medidas de mitigación para impedir que la disminución del gasto afecte la fauna acuática, los flujos de energía y materia y el paisaje en un tramo de 2 km, evitando que el cauce se deseque.

Se advierten impactos benéficos durante la etapa de operación del proyecto para el rubro de suelo superficial con un porcentaje de 11.11%, esto, considerando que las superficies a ocupar por el proyecto serán aprovechadas de forma más eficiente conforme al interés pretendido originalmente con la construcción de la presa y al mantenerse conservados ciertos espacios con la delimitación de los predios asignados al proyecto.

Interés humano

Se advierten impactos adversos para la etapa de construcción con un porcentaje del 1.43%, mismo que será mitigable atendiéndose las medidas propuestas, así como con la aplicación de la reglamentación aplicable.

En cuanto a los impactos benéficos que producirá el proyecto Hidroeléctrico "Cerro de Oro" se observan valores cuyos porcentajes son elevados para todas las etapas del proyecto llegando al 21.43% para la etapa de preparación del sitio, 21.43% para la etapa de Construcción ya que durante esta etapa se espera una derrama económica directa sobre las comunidades más cercanas al proyecto al contratar mano de obra local y un 71.43% para la etapa de operación y mantenimiento puesto que con la central hidroeléctrica. Indirectamente habrá un incremento en la calidad del flujo de energía eléctrica, por lo tanto de la productividad industrial de Tuxtepec, con lo que mejorará la calidad de vida de la población.

Ecología

En este caso para los impactos adversos se reporta para la etapa de preparación del sitio un -25 %, para la etapa de construcción -5.00% y ningún impacto adverso para la etapa de operación.

En cuanto a los impactos benéficos durante la etapa de operación no se identificaron impactos.

Conclusión

Debido a que el sitio donde se construirá la infraestructura de la central hidroeléctrica será dentro de la zona federal, a la cual se accede por un camino en buen estado, así como a las diversas actividades que se ejecutarán durante las etapas de preparación, construcción, operación, y mantenimiento, el área de influencia directa del proyecto abarcará la zona federal y los 10.5 km, de longitud de la línea de transmisión incluyendo su derecho de vía.

Cabe mencionar que no habrá cambios de relieve, ni de vegetación, menos aún de distribución de organismos, no habrá dispersión de contaminantes en el aire, suelo, aguas superficiales y subterráneas y ruido; ya que con las medidas de mitigación se reducirán o eliminarán estas posibles fuentes de contaminación.

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

Cada uno de los impactos identificados lleva al medio hacia un proceso de deterioro gradual y acelerado, algunos de ellos se pueden evitar mediante acciones preventivas o correctivas.

Para garantizar que dichas acciones se lleven a cabo éstas formarán parte de los contratos a celebrar para la construcción de las obras.

La inobservancia de las cláusulas de protección ambiental incluidas en los contratos motivará una sanción económica, la cual quedará perfectamente tipificada en cada contrato.

Medidas preventivas	
Medio ambiente	Agua superficial, Aire, Suelo, atmósfera (ruido), flora y fauna,
Características de los impactos identificados	adverso no significativo

Acciones del proyecto
Demolición y excavaciones. El material producto de la excavación una gran parte se utilizará para rellenar el terreno para la instalación de la subestación, otra en la fabricación de concretos y el sobrante se colocará como parte del canal de desfogue de la hidroeléctrica. Se tienen contempladas obras de drenaje pluvial y de contención En el derecho de vía de la línea de transmisión: Desmonte y despalde del sitio. Despalde y excavación en los sitios donde se ubicarán las cimentaciones de la línea de transmisión.

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
1	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación:</p> <p>Regar continuamente el terreno con la finalidad de mantenerlo húmedo para evitar la emisión de material particulado a la atmósfera.</p> <p><i>Duración</i></p> <p>Durante la temporada de estiaje se aplicará para las etapas de preparación del sitio y construcción.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>Mediante pipa regar todas las zonas propensas a formación de tolvaneras.</p>	
2	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación Eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Toda la maquinaria y el equipo que utilice motores de combustión interna deberán cumplir con una inspección preliminar y acondicionamiento de sistemas antes del inicio de los trabajos.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de Preparación del sitio, construcción y operación.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>Mantenimiento preventivo regular programado y en su caso, verificación vehicular.</p>	<p>Artículo 104 de la Ley del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente del Estado de Oaxaca.</p> <p>NOM-041- SEMARNAT-1996 (citada en el capítulo 3)</p> <p>NOM-042- SEMARNAT-1993 (citada en el capítulo 3)</p> <p>NOM-044- SEMARNAT-1993 (citada en el capítulo 3)</p> <p>NOM-045- SEMARNAT-1996 (citada en el capítulo 3)</p> <p>NOM-080-SEMARNAT-1994(citada en el capítulo 3)</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
3	<p>En el área donde se construirá la Casa de Máquinas</p> <p>Establecimiento de ataguías y trincheras para evitar que los materiales térreos lleguen al cauce del arroyo La Sal.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>Operarán a manera de diques para evitar la contaminación del arroyo.</p>	<p>Ataguías de protección y trincheras retenedoras de azolve o cualquier otra estructura que impida el paso de este material.</p>
4	<p>En el área donde se instalaran las torres y trazo de la línea de transmisión:</p> <p>Queda estrictamente prohibido el método de roza - tumba - quema, el uso de cualquier sustancia desfoliadora, quema de la materia producto del desmonte y despalme y/o su disposición en cauces de ríos, arroyos, barrancas o drenes naturales cercanos o remotos a la zona del proyecto</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras.</p>	<p>Este material se dispondrá de inmediato en los sitios que la autoridad local disponga para tal fin, por lo que la empresa constructora previo al inicio de la construcción deberá tramitar ante el municipio dicha autorización.</p>
5	<p>En el trazo de la línea de transmisión:</p> <p>El derribo de vegetación se realizará de manera manual y en forma direccional, utilizando hachas, machetes y en dado caso sierras; dejando tocones con altura de 0.30 m. sobre el nivel del suelo.</p> <p>Los residuos vegetales derivados de esta actividad, serán picados y esparcidos en el área de derribo,</p>	<p>De ser posible, se buscará preferentemente combinar el producto del despalme con el material de rezaga en las áreas de relleno, lo que permitirá que la materia orgánica se descomponga y proporcione nutrientes al</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
	<p>con el fin de brindar protección al suelo y se reintegren al mismo como materia orgánica.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	<p>suelo, así como la adición de semillas que permitirán un rebrote de vegetación más acelerado.</p> <p>NOM-113-SEMARNAT-1998 (citada en el capítulo 3)</p> <p>NOM-114-SEMARNAT-1998 (citada en el capítulo 3)</p>
6	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación:</p> <p>Instalación y mantenimiento de una letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>Se instalará dos fosas sépticas prefabricadas a donde descargarán las letrinas a la que se dará mantenimiento periódico mediante la contratación de éstos con una empresa especializada quien se encargará de limpiar con una periodicidad óptima y dispondrá los residuos en un sitio adecuado y autorizado.</p>	
7	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Se proporcionará a los operarios de la maquinaria y a los trabajadores protectores para los oídos</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p>	<p>NOM-011-STPS-1993. (citada en el capítulo 3)</p> <p>NOM-017-STPS-1993. (citada en el capítulo 3)</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
	<p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	
8	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Se instalarán tambos perfectamente identificados para la disposición de la basura (sólidos domésticos) y materiales reciclables, como cartón pedacería de acero, plásticos, madera, etc.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>Los tambos estarán provistos de una tapa abatible y serán vaciados con periodicidad semanal o quincenal según se requiera.</p>	<p>Se establecerá un programa de recolección y disposición final en el sitio que indique la autoridad municipal y un programa para la recuperación, venta y/o donación del material reciclable.</p> <p>Se realizará el pago de derechos respectivo para la disposición de los residuos domésticos en el sitio de tiro oficial.</p>
9	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Queda estrictamente prohibido arrojar desechos sólidos y líquidos de cualquier tipo al embalse.</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p> <p>Se mantendrá la vigilancia de este rubro como parte de las actividades de la supervisión encargada de la obra.</p>

Medidas preventivas a observar	
Interés Humano	Población
Características de los impactos identificados	Sin impacto (armonía social de las actividades de obra con pobladores)

Acciones del proyecto
<p>Ingresar a la zona federal la maquinaria y equipo necesarios para la construcción, tales como: Tractor, cargador frontal, retroexcavadora grande y buldózer.</p> <p>En el derecho de vía de la línea de transmisión</p> <p>Paso continuo de camionetas pick up y camiones de redilas por brechas y caminos poco transitados.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
1	<p>En el camino de acceso al área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Avisar por anticipado a los pobladores o propietarios de los predios involucrados, el día o los días que se tenga programado ingresar maquinaria.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
	<p>Durante los tres días anteriores a que se ingrese la maquinaria.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	
2	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>El día del movimiento de la maquinaria poner señalamientos e imposter personal que vigile que las personas de la comunidad no resulten accidentadas o que el ganado cruce durante las maniobras.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>
3	<p>En el área donde se construirán la Central hidroeléctrica incluyendo el trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Queda estrictamente prohibida la contratación de menores de edad.</p>	<p>Art. N° 175 de la Ley Federal del Trabajo</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
4	<p>Acceder o cruzar los predios de los ejidatarios o propietarios, para las actividades propias del marcaje del trazo de la línea de transmisión, sin su consentimiento.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar, toda vez que se efectuarán los respectivos convenios para obtener los derechos de servidumbre de paso con los propietarios.</p>

Medidas preventivas a observar	
Medio Ambiente	Calidad del Agua superficial, Atmósfera (ruido), vegetación, fauna
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo

Acciones del proyecto
En la zona federal
<p>Durante el revestimiento se producirá ruido que oscila entre los 60 y 105 decibeles.</p> <p>No se contempla la explotación de banco de materiales de grava-arena ya que estos serán adquiridos mediante proveedores de materiales en la zona, sin embargo, en caso de requerir explotar alguno, se solicitará la autorización correspondiente con suficiente antelación.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
1	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Proporcionar equipo de seguridad a los trabajadores tal como: protectores para los oídos, casco, botas, guantes etc.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se reemplazaran los accesorios que estén en mal estado</p>	<p>NOM-011-STPS-1993 (citada en el capítulo 3)</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
2	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Disponer de cuando menos dos botiquines en cada frente de trabajo y de un servicio de transporte permanente para atender emergencias en la zona de trabajo</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se reemplazaran los medicamentos que hayan caducado y se vigilará que los botiquines cuenten con el material necesario.</p>	<p>NOM-011-STPS-1993 (citada en el capítulo 3)</p>
3	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Proveer a la maquinaria y equipo de dispositivos para la disminución de ruido.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>Dar mantenimiento periódico a los dispositivos de disminución de ruido</p>	<p>NOM-081-ECOL-194 (citada en el capítulo 3)</p>
4	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Queda estrictamente prohibido que la maquinaria como retroexcavadoras ingresen al cauce del río Santo Domingo.</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
	<p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	
5	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Queda estrictamente prohibido el lavado de maquinaria y equipo en el cauce del río o cualquier otro arroyo o río intermitente o perenne.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se dispondrán letreros alusivos al tema.</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>
6	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Queda estrictamente prohibido arrojar desechos y animales muertos (atropellados por los contratistas constructores o por los supervisores) a los cuerpos de agua cercanos.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
	La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se dispondrán letreros alusivos al tema.	
7	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Queda estrictamente prohibido el derribo de vegetación con fines de resguardo y/o almacén de maquinaria.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.
8	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Para el resguardo de la maquinaria solo se podrán utilizar los sitios autorizados y señalados para este fin.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
9	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Queda estrictamente prohibido dar mantenimiento o servicio a los vehículos en la zona federal, caminos, brechas, áreas de maniobras, almacenes y campamento).</p> <p>Todos los vehículos deberán ser enviados a talleres autorizados.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se dispondrán letreros alusivos al tema.</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>
10	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Queda estrictamente prohibido arrojar al río, arroyos, pequeñas cañadas, a los lados del camino o en cualquier otro sitio, llantas o neumáticos.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se dispondrán letreros alusivos al tema.</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
11	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Queda estrictamente prohibida la caza de fauna, cualquiera que sea.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras, se dispondrán letreros alusivos al tema.</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>
12	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>A la o las empresas encargadas de dar mantenimiento a las fosas sépticas se les prohíbe arrojar el producto de éstas a ríos, arroyos o cuerpos de agua.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del o los contratos a celebrar.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
13	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>Todos los residuos de aceites, grasa, lubricantes, pinturas, solventes y recipientes y papeles estopas cartones y trapos impregnados con este tipo de productos o cualquier otro producto químico clasificado como peligroso deberán ser depositados en contenedores sin fugas, con tapa y perfectamente etiquetados y dispuestos en lugares protegidos hasta su recolección por parte de empresas registradas para tal fin.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>El almacén que se habilite deberá de estar techado, tener piso de concreto con una estructura o trampa que permita la captación de los residuos en caso de derrames.</p> <p>La disposición de estos residuos en el almacén temporal que se habilite en la obra será por un máximo de seis meses.</p>	<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</p>
14	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas y la Subestación</p> <p>El retiro de estos contenedores, con residuos peligrosos será colectado en el sitio por empresas especializadas.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento</i></p> <p>Se llevará una bitácora donde se registrarán las entrada y salidas de los residuos peligrosos</p>	<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
	Se llevará un control o registro de los manifiestos de residuos peligrosos entregados a la empresa autorizada para llevárselos a disposición final.	

Medidas preventivas	
Interés Humano	Población
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo

Acciones del proyecto
Por las obras en la zona federal En las comunidades de Paso Canoas Los Reyes y Santa Ursula Paso continuo de camionetas pick up, camiones de volteo y de redilas Por la instalación de la línea de transmisión En algunas comunidades del municipio de Tuxtepec Paso continuo de camionetas pick up y camiones de redilas por brechas y caminos poco transitados.

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
1	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión.</p> <p>Poner señalamientos en los caminos y brechas que marquen una velocidad máxima de 20 km/hr.</p> <p><i>Duración:</i> Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i> La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	<p>Se atenderá mediante una o varias cláusulas del contrato a celebrar con todas las compañías la obligatoriedad de atender a los señalamientos.</p>

Medidas preventivas		
N°	Mecanismo	Normatividad, planes donde se insertan y/o programa a seguir.
2	<p>En el área donde se construirán la Casa de Máquinas, Subestación eléctrica y trazo de la Línea de Transmisión</p> <p>Prevenir a los proveedores de materiales y servicios sobre las restricciones y límites de velocidad que se implementarán en los accesos a la obra.</p> <p><i>Duración:</i></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><i>Especificaciones de la operación y mantenimiento:</i></p> <p>La medida no implica el empleo de maquinaria y equipo ni la construcción de obras</p>	<p>Hacer los señalamientos y avisos respectivos al personal conductor; hacer del conocimiento de los proveedores las disposiciones al momento de realizar los pedidos o solicitudes de servicio.</p>

Descripción de las medidas o sistema de mitigación.

En este apartado se describen las medidas de mitigación como resultado del análisis desarrollado en el capítulo V. Se determinó que el proyecto no generará impactos ambientales críticos que comprometan la diversidad biológica, desequilibrio o fragmentación del ecosistema, ni efectos sinérgicos sobre las condiciones actuales del ecosistema.

Ficha técnica N° 1

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapas de Preparación del Sitio, Construcción	
Medio ambiente	Agua superficial (Arroyo La Sal)
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo
Etapas del proyecto en que se ejecutará	Preparación del Sitio y Construcción
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	En virtud de las restricciones contenidas en las medidas preventivas, el agua superficial no deberá ser contaminada por grasas, aceite, ni ningún otro producto químico, los únicos parámetros de la calidad del agua que se espera modificar en cuanto a sus concentraciones son los sólidos disueltos totales, y los sólidos suspendidos totales. Sin embargo, si como resultado de los trabajos la afectación llegara a presentarse fuera de las ataguías, se deberá llevar un monitoreo para detectar si alguno de los parámetros considerados en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para la protección de la vida acuática rebasa los límites establecidos, inclusive los SDT y los SST, y proceder con la aplicación de las siguientes medidas de mitigación.

Medidas de Mitigación
<p>Cuerpos de agua: En el embalse, en el río Santo Domingo y en el Arroyo La Sal aguas abajo de la zona del proyecto.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Detectar la fuente de contaminación, determinar si es química (grasa, aceites, etc.)2. Aislar el sitio donde se originó la emisión de contaminantes3. Limpiar la zona terrestre que con la lluvia pudiera arrastrar material contaminante hacia el cuerpo de agua <p>Si la contaminación es de origen orgánico (estreptococos fecales, incremento en nitrógenos, etc.)</p> <ol style="list-style-type: none">4. Determinar si la fuente proviene del proyecto o de alguna actividad local que esté contaminando el embalse o el río.5. Si la fuente proviene de las actividades del proyecto, cancelar la actividad de inmediato y sustituir la acción utilizando tecnologías que no contaminen los cuerpos de agua.6. Verificar que la nueva tecnología no contamine7. Si la contaminación proviene de fuentes ajenas a las actividades del proyecto, se deberá notificar a la autoridad competente de inmediato.

Ficha técnica N° 2

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Medio ambiente	Agua superficial (Río Santo Domingo)
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo
Etapas del proyecto en que se ejecutará	Operación y mantenimiento
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	<p>Con motivo de la operación de la Central Hidroeléctrica el caudal de río disminuirá sensiblemente en un tramo de 2km desde la estructura de descarga de la presa Miguel de la Madrid Hurtado hasta su confluencia con el arroyo La Sal.</p> <p>Se prevé el establecimiento de un dique de gaviones inmediatamente después de la confluencia del río Santo Domingo con el arroyo La Sal, con lo que se evitará que el cauce se deseque al mantenerlo inundado y con tránsito de agua, es decir, el cauce tendrá suficiente agua sin permanecer estancada.</p>

Medidas de Mitigación

Cuerpos de agua: Río Santo Domingo

1. Se prevé el establecimiento de un dique de gaviones inmediatamente después de la confluencia del río Santo Domingo con el arroyo La Sal, con lo que se evitará que el cauce se deseque al mantenerlo inundado y con tránsito de agua para mantener la vida acuática, es decir, el cauce tendrá suficiente agua sin permanecer estancada.

Ficha técnica N° 3

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapas de Preparación del Sitio, Construcción	
Medio ambiente	Agua superficial (Embalse Presa Miguel de la Madrid Hurtado)
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo
Etapas del proyecto en que se ejecutará	Construcción (Túnel de conducción, trinchera tubería de presión y Casa de Máquinas).
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	En virtud de las restricciones contenidas en las medidas preventivas, el agua superficial no deberá ser contaminada por grasas, aceite, ni ningún otro producto químico, los únicos parámetros de la calidad del agua que se espera modificar en cuanto a sus concentraciones son los sólidos disueltos totales, y los sólidos suspendidos totales. Sin embargo, si como resultado de los trabajos la afectación llegara a presentarse fuera de las ataguías, se deberá llevar un monitoreo para detectar si alguno de los parámetros considerados en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para la protección de la vida acuática rebasa los límites establecidos, inclusive los SDT y los SST, y proceder con la aplicación de las siguientes medidas de mitigación.

Medidas de Mitigación

Cuerpos de agua: En el embalse

- 1. Detectar la fuente de contaminación, determinar si es química (grasa, aceites, etc.)**
- 2. Aislar el sitio donde se originó la emisión de contaminantes**
- 3. Limpiar la zona terrestre que con la lluvia pudiera arrastrar material contaminante hacia el cuerpo de agua**
- 4. Si la contaminación es de origen orgánico (estreptococos fecales incremento en nitrógenos, etc.)**
- 5. Determinar si la fuente proviene del proyecto o de alguna actividad local que esté contaminando el embalse o el río.**
- 6. Si la fuente proviene de las actividades del proyecto, cancelar la actividad de inmediato y sustituir la acción utilizando tecnologías que no contaminen los cuerpos de agua.**
- 7. Verificar que la nueva tecnología no contamine**
- 8. Si la contaminación proviene de fuentes ajenas a las actividades del proyecto, se deberá notificar a la autoridad competente de inmediato.**

Ficha Técnica N° 4

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapa de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Medio ambiente	Suelo
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo (en la zona federal) Adverso significativo (en el trazo de la línea de transmisión)
Etapa del proyecto en que se ejecutará	Al término de la construcción
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	Durante las actividades de demolición, excavación y relleno deberá cuidarse que los taludes de las laderas que llegarán a afectarse, se dé una pendiente que les brinde estabilidad y permita a la vegetación natural establecerse respetando los drenes naturales del propio cerro.

Medidas de Mitigación a aplicarse durante la ejecución del proyecto y al término de la obra.

En la zona federal

- 1 Respetar la pendiente natural del terreno
- 2 En caso de que ésta no ofrezca condiciones de estabilidad, conformar terrazas
- 3 Una vez concluidas las actividades, revisar que todas las pendientes que se hayan dejado sean estables.
- 4 Evitar el relleno u obstrucción de drenajes naturales
- 5 Todo material pétreo suelto se deberá conformar y estabilizar
- 6 No mezclar, enterrar o cubrir, pedacería de acero, madera, plásticos llantas y demás desechos de la obra con suelo.
- 7 Los sitios alterados durante la construcción que incluya el desmantelamiento de almacenes, talleres, campamentos y oficinas, que como mínimo deberá contemplar lo siguiente:

Si hubo despalme

- 1 Conformar el terreno de acuerdo con la pendiente natural de éste.
- 2 Estabilizar
- 3 Roturar la superficie

Línea de transmisión (Uso potencial del suelo)

- 4 Debido a que la mayor parte de la zona por donde pasará el tramo de la línea de transmisión tiene un uso potencial agrícola, es probable que los terrenos con vegetación natural que sea necesario desmontar sean utilizados por sus propietarios y ejidatarios para sus actividades productivas; por lo que deberá asegurarse de que su utilización sea inmediata.

Ficha Técnica N° 5

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapa de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Medio ambiente	Vegetación
Características de los impactos identificados	Adverso significativo (Zona federal donde se desplantará la Casa de Máquinas, subestación y en el trazo de la línea de transmisión)
Etapas del proyecto en que se ejecutará	Al término de la construcción
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	Aún cuando se estima que será poca la vegetación que habrá que desmontar y en los predios por donde pasará la línea de transmisión el uso del suelo es agrícola para la zona federal se propone:

Medidas de Compensación a aplicarse al término de la obra.

En la zona federal

Debido a las políticas de seguridad de presas que lleva a cabo la Comisión Nacional del Agua en la zona donde quedará desplantada la central hidroeléctrica, las cuales consisten en podar toda la vegetación cercana a la cortina, se propone efectuar el pago por compensación por actividades de reforestación y mantenimiento en una superficie igual a la ocupada por la infraestructura de la central hidroeléctrica, en forma independiente al pago que se efectúa al Fondo Forestal Mexicano por el cambio de utilización de terrenos forestales.

Ficha técnica N° 6

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapa de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Medio ambiente	Fauna
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo
Etapas del proyecto en que se ejecutará	Previo a las actividades de Preparación del Sitio
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	Por ser sitios tan deteriorados, la fauna natural prácticamente se ha desplazado a sitios menos perturbados, sin embargo, se llega a encontrar algunos reptiles que aunque no están reportados dentro de la NOM-059- SEMARNAT 1994, son parte de la fauna característica de la zona de Tuxtepec reportada por diferentes autores.

Medidas de Mitigación a aplicarse durante la ejecución del proyecto y al término de la obra.

En el trazo de la línea de transmisión

- 1. Ahuyentar a la fauna mediante ruidos, formar cuadrillas de 5 a 10 peones**
- 2. Ir avanzando lentamente produciendo ruido para que la fauna se ahuyente.**
- 3. Realizar un chaponeo de apoyo únicamente en los lugares con vegetación del derecho de vía donde serán instaladas las torres, para evitar que la fauna regrese al sitio después de ahuyentarla.**

Ficha técnica N° 7

Medidas de mitigación de impactos a ejecutar durante las Etapa de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Ecología	Paisaje
Características de los impactos identificados	Adverso no significativo
Etapas del proyecto en que se ejecutará	Al término de la construcción del proyecto
Elementos de juicio para la formulación de la medida de mitigación	Esta es la parte que con frecuencia se pasa por alto, lo que ocasiona que muchas acciones o impactos no atendidos se transformen en serios problemas.

Medidas de Mitigación a aplicarse durante la ejecución del proyecto y al término de la obra.

En la zona federal

1. **Al término de la obra, caracterizar el paisaje**
2. **inventariar las estructuras propias de la central hidroeléctrica**
3. **Inventariar todos los materiales producto de la construcción dispersos, dentro de la zona federal y fuera de ella. Así como el material que haya quedado a lo largo de la línea de transmisión**
4. **Elaborar un programa de acopio de este material**
5. **Establecer un plazo para que todas las empresas que intervinieron en el proyecto retiren del sitio, materiales, maquinaria y equipo.**
6. **Limpieza de todos los sitios ocupados.**

Para cada uno de los impactos ambientales adversos identificados se asocia al menos una medida de mitigación

La supervisión de las medidas de mitigación será contratada y la forma de verificación de su cumplimiento será mediante la presentación de un reporte mensual.

VI.2 Impactos Residuales

De acuerdo con la definición de impacto residual que aparece en la guía que se siguió para la elaboración de esta manifestación, es aquel efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

De acuerdo con la aplicación de la metodología utilizada en el presente trabajo, se determinó como único impacto residual al señalado en la siguiente tabla

Componente ambiental	Actividad del Proyecto	Impacto Residual	Agente causal
Agua superficial	Operación de la Central Hidroeléctrica	Disminución del gasto en 2km en el Río Santo Domingo	Generación de electricidad

Es importante destacar que aún cuando se construirá una presa de gaviones inmediatamente aguas abajo de la confluencia del río Santo Domingo con el arroyo La Sal como medida de mitigación, el impacto persistirá, pues habrá un cambio en el sistema del río en un tramo de 2km.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

VII.1 Pronóstico del escenario

Tomando como referencia el escenario ambiental actual en una proyección a futuro en la que se visualiza la central hidroeléctrica concluida y operado, tenemos lo siguiente:

Impactos ambientales relevantes y críticos:

1. Medio Ambiente

- 1.1 Recurso Agua superficial, Por el cauce del arroyo La Sal: transitará un caudal mayor debido a que la descarga de la central hidroeléctrica será a éste.

El caudal del río Santo Domingo en un tramo de 2 km. entre la estructura de descarga de la presa Miguel de la Madrid Hurtado y su confluencia con el arroyo La Sal disminuirá sensiblemente, por lo que con la represa que formará el muro de gaviones el sistema del río en 2km pasará de ser un sistema lótico a un sistema semiléntico, sin llegar a ser léntico ya que el cauce en este tramo seguirá teniendo tránsito de agua, a partir de la confluencia del río con el arroyo el sistema del Río Santo Domingo no sufrirá impactos, por lo tanto, modificaciones.

Con la presa de gaviones como medida de mitigación se evitara desecar el río Santo domingo en un tramo de 2km.

Se espera que se presente un mecanismo de autorregulación y estabilización del ecosistema en este tramo de 2km

- 1.2 Es importante destacar que la calidad del agua de los cuerpos de agua (embalse de la presa, caudales del río Santo Domingo y arroyo La Sal no se verá afectada con la operación de la central hidroeléctrica.
- 1.3 Recurso Suelo superficial. Éste se verá modificado en su uso actual en el trazo y derecho de vía de la línea de transmisión, las afectaciones más importantes serán sobre aquellos representantes de bosque tropical perennifolio, que aunque son pocos, en lo largo del trazo de la línea sí llegan a observarse.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

En este programa se establecerán las obligaciones, en materia de protección ambiental, a las que se compromete Electricidad de Oriente, S de R.L. de C.V. y que deberán se observadas y cumplidas durante el desarrollo del proyecto y la operación de la Central Hidroeléctrica, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

1. Legislación y normatividad en materia de protección ambiental,
2. Contenido del dictamen en materia de evaluación del impacto ambiental,

3. Contenido del dictamen en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales,
4. medidas de mitigación incluidas en la presente manifestación de impacto ambiental,
5. Informes de cumplimiento ambiental,
6. Especificaciones contractuales establecidas entre Electricidad de Oriente, S de R.L. de C.V. y los contratistas.

Justificación:

Se pretende que el Programa de Vigilancia Ambiental sirva como instrumento principal para el control de las actividades que se realizarán en materia de protección ambiental, para evitar, minimizar y mitigar los posibles impactos ambientales que se darán durante la construcción del proyecto hidroeléctrico Cerro de Oro y la Operación de la Central.

Objetivos

Generales

Identificar los compromisos en materia de protección ambiental, a los cuales queda sujeta Electricidad de Oriente S de R.L de C.V.

Observar y cumplir con todas las medidas de prevención, protección, control y mitigación propuestas en la presente manifestación de impacto ambiental.

Observar y cumplir con los términos y condicionantes emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, incluidas en la autorización en materia de evaluación del impacto ambiental

Particulares:

Detectar los cambios en el ambiente que tiendan a degradarlo y que no hayan sido considerados en la manifestación de impacto ambiental.

Conformar y dirigir una base de datos que conlleve a una clasificación por variables de los efectos previstos y no previstos detectados durante las diversas etapas del proyecto.

Determinar la existencia o ausencia de variaciones ambientales, durante construcción y operación del proyecto Hidroeléctrico.

Establecer mecanismos que permitan instrumentar medidas de mitigación y/o compensación de aquellos impactos no detectados en la presente manifestación de impacto ambiental.

Alcances

Las acciones establecidas en el programa se realizarán durante las etapas de construcción del proyecto hidroeléctrico y la operación de la central, dichas acciones estarán en concordancia con la normatividad vigente, así como a los mecanismos seleccionados para formar la base de datos (parámetros, indicadores e índices).

Sitios de aplicación

Zona de construcción de la central hidroeléctrica (casa de máquinas y subestación eléctrica), línea de transmisión y caminos de acceso.

VII.3 Conclusiones

Durante el desarrollo de este estudio se pudo detectar que la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica “Cerro de Oro” no tendrá repercusiones sobre el ambiente ya que la obra se desplantará en terrenos con escasa vegetación cuyos individuos son representantes de vegetación secundaria.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, el recurso vegetación es (actualmente) uno de los más afectados. El sitio destinado para la construcción de la Central Hidroeléctrica presenta evidencias de talas continuas.

Una vez concluida la construcción y entrando en operación la Central Hidroeléctrica, se impulsará un aprovechamiento sustentable del recurso, con un costo ambiental nulo durante la etapa de operación.

Por otro lado, el área de influencia delimitada para el proyecto hidroeléctrico recibe la creciente presión de la frontera agropecuaria, misma que incide directamente sobre la vegetación, provocando el establecimiento en el mejor de los casos, de manchones de vegetación secundaria.

En este sentido, las actividades de anclaje de las torres y el tendido de las líneas de transmisión, tampoco producirán impactos adversos acumulativos y/o sinérgicos, ya que la superficie que será desmontada será mínima y los procedimientos, descritos en el rubro *II.2.2 Preparación del Sitio*, empleados para el desmonte garantizan el menor costo ambiental.

Es importante destacar que las medidas de prevención de impactos juegan un papel preponderante en obras que se pretenden desarrollar en sitios alterados, ya que éstas deberán ejecutarse de manera previa a la ocurrencia de los impactos, es decir su ejecución debe obligadamente anticiparse a cada una de las actividades de construcción, de esta forma se evitarán acciones que provoquen impactos acumulativos y/o sinérgicos.

Un análisis de los estudios de factibilidad del aprovechamiento integral de la presa Miguel de la Madrid Hurtado correlacionado con los resultados de la evaluación del impacto ambiental que ocasionará el Proyecto Hidroeléctrico “Cerro de Oro”, señalan que la construcción y operación de la Central lejos de ocasionar daños ambientales o provocar

daños a los ecosistemas, producirá un manejo sustentable del recurso al hacer un uso eficiente de la infraestructura hidráulica existente.

Como resultado de la implementación de las medidas de prevención y mitigación durante las diferentes etapas del proyecto no se prevé la pérdida de algún elemento ambiental o proceso del ecosistema que desencadene un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, por lo tanto no resultará afectada su estructura y/o función.

Para garantizar que las medidas de prevención y mitigación sean aplicadas en el tiempo correcto, durante el período necesario y cuidando que su implementación no repercuta o incida de manera negativa sobre otros elementos del ecosistema, se ha desarrollado un programa de vigilancia ambiental.

Este programa permitirá detectar con oportunidad posibles impactos no previstos que pudieran llegar a representar algún riesgo al ecosistema. De ésta forma el proyecto no ocasiona la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Finalmente es importante destacar que la Central Hidroeléctrica “Cerro de Oro” no generará sustancias, materiales, que contaminen el agua, suelo, aire, la flora o la fauna acuáticas y terrestres del lugar.

Bibliografía

García, E.1988. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª edición.** Instituto de Geografía. Univ. Nal. Autón. México.

INEGI **Cartas Topográficas** 1: 250000 y 1:1000000

INEGI 2000 . **Geología del Estado de Oaxaca**

INEGI. **Carta Fisiográfica**, 1: 1 000 000

INEGI. **Carta topográfica E14 D 19**, Tuxtepec, 1:50,000

INEGI. **Carta topográfica E14 B 89**, Valle Nacional, 1:50,000

INEGI. **Anuario Estadístico Oaxaca, 2005**, Mapas

López Ramos Ernesto, 1993. **Geología General y de México.** Ed. Trillas

Ortiz M., M. Anaya & J Estrada. 1994. **Evaluación, Cartografía y Políticas Preventivas de la Degradación de la Tierra.** Colegio de Posgraduados , Universidad Autónoma de Chapingo y Comisión Nacional de Zonas Áridas.

Ojeda, D. y E. Ojeda T.1996., **Suelos cultivados de la República Mexicana , contenido medio de nutrimentos minerales aprovechables**, Universidad Autónoma de Chapingo, Mexico. (Mimeo).

Rico Arce María de Lourdes., 1980. **El género acacia (Leguminosae) en Oaxaca.** Tesis licenciatura (Biólogo) UNAM Facultad de Ciencias Univ. Nal. Autón México 116p

Rzedowski. 1978. **Vegetación de México.** 1ª. Ed. Limusa. México. 432p

Ramirez Gómez Mario, **Trayectorias Históricas de los Ciclones Tropicales Que Impactaron el Estado de Veracruz de 1930 al 2005;** Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Vol. X, núm. 218 (15), 1 de agosto de 2006, ISSN: 1138-9788, Universidad de Barcelona.

Dirección de planificación Urbana y Municipal, **Plano colonias**, Tuxtepec, www.tuxtepecenlinea.com.

Comisión Nacional del Agua, **Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región X Golfo Centro**.

Comisión Nacional del Agua, **Normales climatológicas**, Estaciones climatológicas del sistema CICLOM, Unidad del Servicio meteorológico Nacional.

Cossío, Rosa E.; Bray, David B.; Bult, Simón; y Merino Pérez, Leticia; **Bibliografía Anotada del Manejo Comunitario de los Bosques en México, con Bibliografía Adicional sobre los Bosques de México en General**; Seminar on the Acquisition of Latin American Library Materials (SALALM): Austin, TX.

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

VIII.1.1 Planos y mapas

Plano PHCO-IB-01- Obra de Toma y Conducción a Presión, Planta Hidroeléctrica Cerro de Oro.

Plano PHCO-IB-02 (Plano 1 de 2)- Casa de Máquinas.- Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Plano PHCO-IB-02 (Plano 2 de 2)- Casa de Máquinas.- Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Mapa de Macrolocalización.- Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Carta Topográfica 1:50,000 E14B89-E14D19 TUXTEPEC, VALLE NACIONAL.-Zona de ubicación de la central hidroeléctrica y trazo de la línea de transmisión del Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Mapa Ubicación de Infraestructura para el Manejo y Disposición de Residuos.

Esquema de Obras .- Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro zona casa de máquinas

Esquema de Obras .- Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro zona línea de transmisión

Plano Coordenadas de ubicación.- Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.- casa de máquinas y puntos de inflexión de la línea de transmisión.

Plano de Conjunto.- Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Plano Disponibilidad de servicios.- Energía eléctrica. Zona de Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Plano Disponibilidad de servicios.-Agua Potable. Zona de Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Plano Disponibilidad de servicios. Drenaje. Zona de Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

Plano uso de suelo y vegetación. Zona de Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

VIII.1.2 Fotografías

Fotografía 01. Panorámica del área de ubicación del proyecto en la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de oro).

Fotografía 02. Panorámica del área prevista para la ubicación de las obras.

Fotografía 03. Area de la casa de máquinas y del portal del túnel de conducción.

Fotografía 04. Galería de inspección en la margen derecha de la cortina.

Fotografía 05. Panorámica del sitio tomada desde la cortina de la presa.

Fotografía 06. Toma desde el camino con dirección a la cortina de la presa.

Fotografía 07. Toma del área pretendida para la disposición del material de excavación e instalación de la subestación.

Fotografía 08. Vista con dirección Norte hacia el Cerro de Oro.

Fotografía 09. Panorámica del talud seco en la cortina de la presa Cerro de Oro.

Fotografía 10. Toma fotográfica del camino que ingresa al área de la cortina y a la estructura de control

Fotografía 11. Aspecto de los predios cercanos a la infraestructura de la presa Cerro de Oro.

Fotografía 12. Camino de terracería que comunica con el sitio pretendido para las obras.

Fotografía 13. Aspecto de los predios cercanos a la infraestructura de la presa.

Fotografía 14. Vista hacia la zona de la estructura de control de la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro).

Fotografía 15. Toma fotográfica de actividades comerciales en la zona.

Fotografía 16. Acercamiento del primer tramo del trazo de la línea de transmisión.

Fotografía 17. Cultivos de maíz en los predios donde se pretende instalar la línea de transmisión.

Fotografía 18. Toma del camino de terracería que comunica con las localidades de Los Reyes y Santa Ursula.

Fotografía 19. Localidad de los Reyes, servicios.

Fotografía 20. Aspecto de los predios por donde cruza el trazo pretendido para la línea de transmisión.

Fotografía 21. Tipo de cultivos que se efectúan en la zona.

Fotografía 22. Divisiones de los predios con cercas vivas y alambre de puas.

Fotografía 23. Plantaciones de hule en la zona.

Fotografía 24. Toma fotográfica de acercamiento de una plantación de hule en el área pretendida para la instalación de la línea de transmisión.

Fotografía 25. Localidad de Santa Ursula, servicios.

Fotografía 26. Actividades agropecuarias en gran parte de los predios ubicados en la zona del proyecto

Fotografía 27. Potreros y cultivos de temporal principalmente en los primeros kilómetros del trazo de la línea de transmisión

Fotografía 28. Cultivos de maíz en las proximidades al trazo de la línea de transmisión.

Fotografía 29. Cultivos de caña en el área del trazo de la línea de transmisión.

Fotografía 30. Trazo de la línea de transmisión lo más cercano posible a la trayectoria del camino existente.

Fotografía 31. Proximidad del camino al trazo de la línea de transmisión para evitar apertura de nuevos accesos.

Fotografía 32. Centros de población cuentan con servicios básicos.

Fotografía 33. Localidad de San Rafael.

Fotografía 34. Líneas de transmisión que cruzan por la ruta de la línea del proyecto.

Fotografía 35. Trazo de la línea de transmisión que se interna en predios industriales de la población de Sebastopol.

Fotografía 36. Población de Sebastopol.

Fotografía 37. Fabricas e infraestructura en el área de Sebastopol.

Fotografía 38. Subestación Benito Juárez, sitio de interconexión de la línea de transmisión del proyecto.

Fotografía 39. Centros de estudios en la población de Sebastopol.

Fotografía 40. Fotografía de archivo sobre la zona pretendida para la instalación del proyecto, durante la terminación de la presa Cerro de Oro.

Fotografía 41. Fotografía de archivo panorámica sobre la zona pretendida para la instalación del proyecto, durante la terminación de la presa Cerro de Oro.

Fotografía 42. Fotografía de archivo muestra del área pretendida para la instalación del proyecto, durante la terminación de la presa Cerro de Oro.

VIII.2 Otros anexos

Figura “[Fisiografía](#)” Estado de Oaxaca, Fuente: INEGI, Carta Fisiográfica escala 1:1,000,000

Figura “[Geología](#)” Estado de Oaxaca, Fuente: INEGI, Carta Geológica escala 1:1,000,000

Figura “[Cuencas](#)” Estado de Oaxaca, Fuente: INEGI, Carta Hidrológica de Aguas Superficiales escala 1:1,000,000

Figura “[Edafología](#)” Estado de Oaxaca, Fuente: INEGI, Carta Hidrológica de Aguas Superficiales escala 1:1,000,000

Figura “[Climas](#)” Estado de Oaxaca, Fuente: INEGI, Carta Climáticas escala 1:1,000,000.

Figura “[Isotermas](#)” Estado de Oaxaca, Fuente: INEGI, Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional.

Figura “[Isoyetas](#)” Estado de Oaxaca, Fuente INEGI, Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional.

Figura “[Vegetación](#)” Estado de Oaxaca, Fuente INEGI, Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional.

Figura “[Potencial agrícola](#)” Estado de Oaxaca, Fuente INEGI, Carta Uso Potencial, Agricultura escala 1:1,000,000

Figura “[Potencial pecuario](#)” Estado de Oaxaca, Fuente INEGI, Carta Uso Potencial, Ganadería escala 1:1,000,000

[Programa calendarizado](#).- “Programa General por Etapas”

[Programa calendarizado](#).-“Programa General de Obras”

[Programa calendarizado](#).- “Programa de Preparación del Sitio y Construcción”

[Programa calendarizado](#).-“Programa de Utilización de Personal, etapas de preparación del sitio y construcción”.

[Programa calendarizado](#).-“Programa General de Operación”.

[Programa calendarizado](#).- “Programa de Abandono al Término de la Vida Útil del Proyecto”.

Constitución de Electricidad de Oriente, S. de R.L. de C.V.- Testimonio de la Escritura 52064

Declaración Bajo protesta de quien elaboró la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad General del Proyecto Hidroeléctrico Cerro de Oro.

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 prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

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

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

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

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

Brecha de maniobras y patrullaje: Franja de terreno ubicada sobre el eje central del derecho de vía a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión o subtransmisión eléctrica, que se utiliza para transportar al personal, los materiales y el equipo necesarios para los trabajos de construcción y para la vigilancia y mantenimiento de la línea durante su operación.

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.

Derecho de vía: Es la franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y el desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión eléctrica de operación.

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.

Línea de transmisión: Es aquella que conduce la energía eléctrica con tensiones de 161 (ciento sesenta y uno) kV o mayores. Para el caso del proyecto, aunque la tensión de la línea será de 115 KV y que esto la ubica en el rubro de subtransmisión, se denominó como de “transmisión” para efecto de uniformizar el concepto y fin que tendrá la infraestructura.

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 causará 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.

Superficie total: Suma de la superficie por tramo (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía).

Superficie por tramo: Es el resultado de multiplicar la longitud del tramo por el ancho del derecho de vía.

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.