

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



Consultoría Integral en
& Gestión Ambiental
& Sustentabilidad

dpi+
Energía
Sustentable

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN AGUSTÍN ETLA.

Municipio de San Agustín Etlá, Oaxaca

Agosto de 2018



Capítulo I

Datos generales del proyecto, del
promoviente y del responsable del
estudio de impacto ambiental

Contenido

1	Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.....	3
1.1	Datos generales del proyecto.....	3
1.1.1	Nombre del proyecto	3
1.1.2	Ubicación (dirección) del proyecto	3
1.1.3	Duración del proyecto.....	6
1.1.4	Datos generales del promovente	6
1.1.5	Datos generales del consultor que elaboró el estudio	6

1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

1.1 Datos generales del proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna

1.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto que se presenta a continuación es para la construcción y operación del *proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna*, el cual se localiza en el municipio de San Agustín Etna, en el Estado de Oaxaca. El municipio de Etna está en la parte central del estado, particularmente en la región de los Valles Centrales, pertenece al distrito de Etna y geográficamente se encuentra entre los paralelos 17°09' y 17°15' de latitud norte; los meridianos 96°39' y 96°47' de longitud oeste.

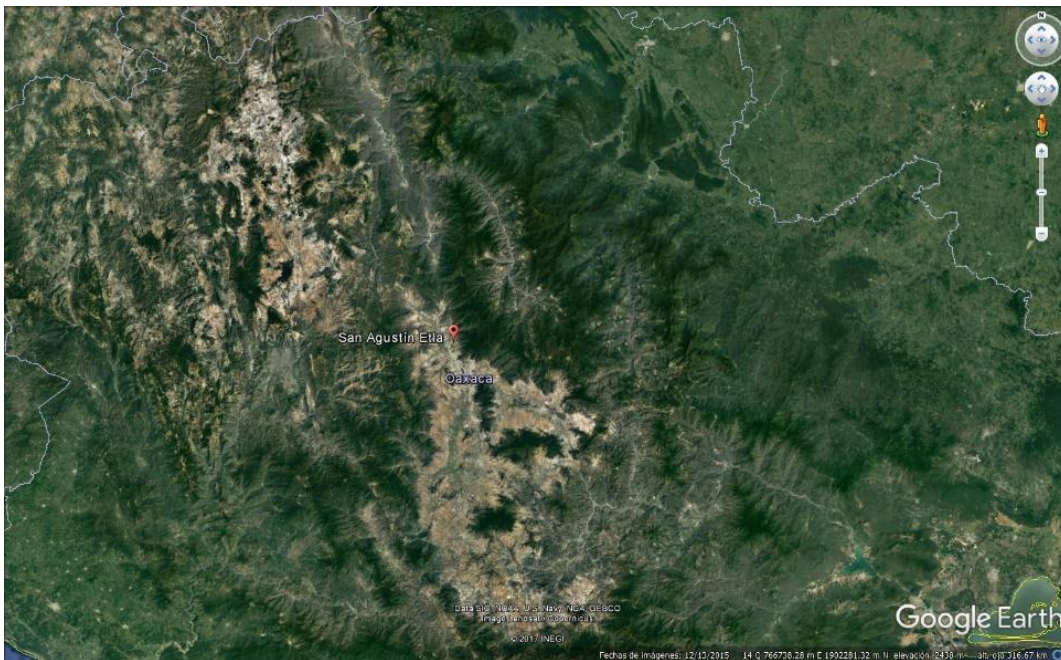
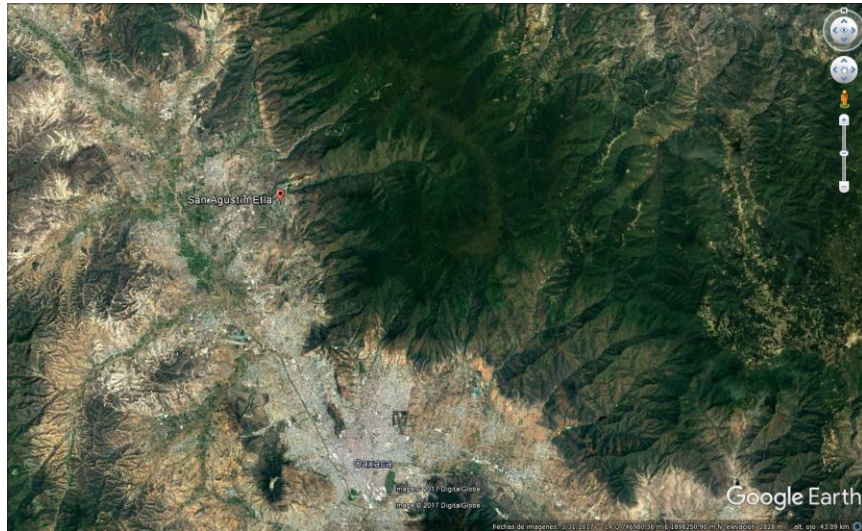


Figura 1-1. Ubicación física de San Agustín Etna, Oaxaca



A continuación se presentan las coordenadas UTM del trazo en que se desarrollará el proyecto.

Tabla 1-1 Cuadro de construcción del proyecto.

VERTICE	X	Y
1	736603.9217	1900558.2438
2	737861.8018	1900934.6428
3	737898.5135	1900966.3785
4	738257.9564	1902256.1987
5	738850.2230	1903055.2967
6	739089.9956	1903081.4983
7	740236.2008	1903168.7285
8	743687.2150	1903201.7653
9	743653.3597	1903222.6203
10	743681.5363	1903266.1891
11	743543.5144	1903287.9843
12	742399.1720	1903298.7469
13	742615.0766	1903312.8489
14	743658.2434	1903322.8718
15	743056.8412	1903333.0754
16	743644.1735	1903343.5842
17	743074.6692	1903353.9266
18	742788.7308	1903361.7085
19	740744.5847	1903368.6430
20	740651.1041	1903381.8341
21	743091.2235	1903396.3544
22	742989.1416	1903408.6750

23	743563.2819	1903421.1399
24	743193.6632	1903432.4695
25	743121.3434	1903438.3685
26	743351.8291	1903447.9123
27	743240.2790	1903465.5559
28	741611.9832	1903484.3808
29	741622.6403	1903495.7824
30	742714.5481	1903519.7039
31	741794.9501	1903551.5386
32	741813.8874	1903554.8854
33	741823.7558	1903558.7645
34	741816.9057	1903562.3288
35	741819.3210	1903567.6180
36	743592.8180	1903653.7189
37	743711.7910	1903714.4239
38	743858.7569	1903770.9635
39	744004.2781	1903890.0379
40	744235.7466	1904072.8497
41	744412.8656	1904222.5874
42	737322.3238	1900688.4569

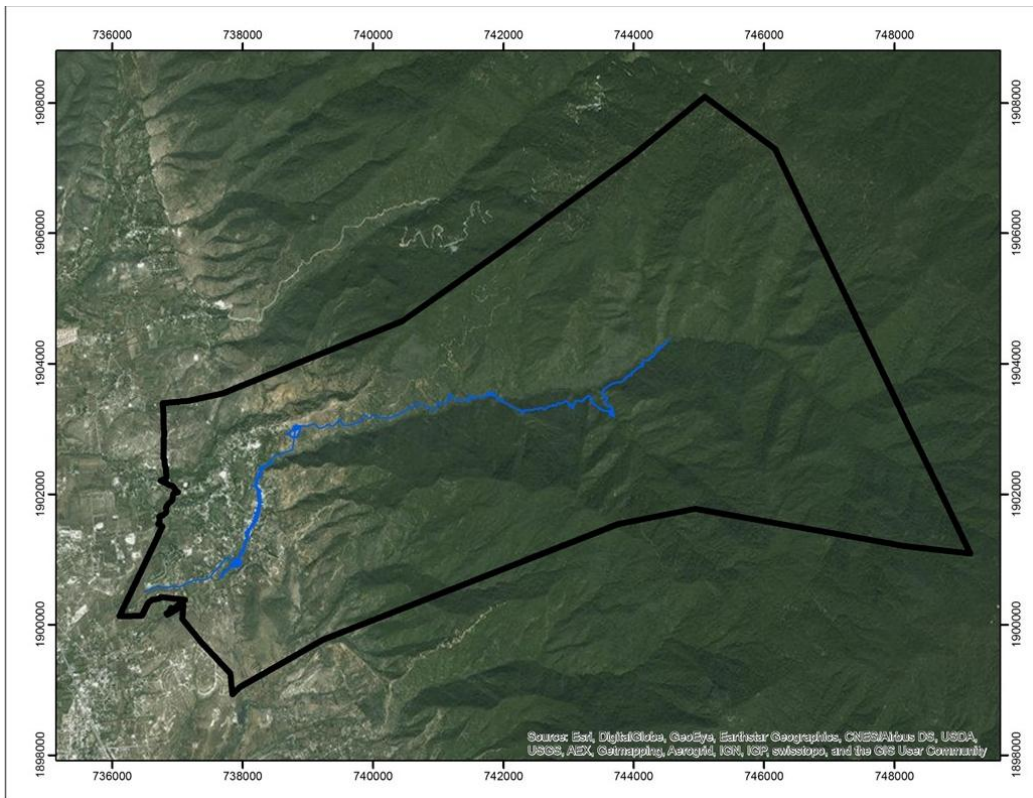


Figura 1-2. Ubicación física del proyecto

El objetivo general del proyecto es la construcción, dotación de infraestructura y operación necesaria para un sistema de generación hidroeléctrico de pequeña escala “mini central hidroeléctrica”, potenciando la infraestructura existente de la antigua estación hidroeléctrica en la misma localidad.

1.1.3 Duración del proyecto

El proyecto de obra se estima que será desarrollado en un periodo de 60 meses, cabe mencionar que dicho lapso es un estimado y puede variar debido a retrasos en la obtención de permisos, licitaciones, entre otros.

1.1.4 Datos generales del promovente

Nombre o razón social

DPI Desarrollo de Proyectos de Ingeniería S.C

Representante Legal

Braulio Valenzo Torres

Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

DDP170127EC6

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

Eca Do Queiros 5147 -Planta Baja
Jarines Universidad C.P. 45110
Zapopan, Jalisc

Dirección de correo electrónico

██

██

1.1.5 Datos generales del consultor que elaboró el estudio

Nombre o razón social

Consultoría Integral en Gestión Ambiental y Sustentabilidad S.C.



Capítulo II

Descripción del proyecto

2.1	Información General del Proyecto	10
2.1.1.	Naturaleza del proyecto.....	27
2.1.2.	Selección del sitio.....	29
2.1.3.	Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	30
2.1.4.	Inversión requerida.....	34
2.1.5.	Dimensiones del proyecto	34
2.1.6.	Uso de Suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....	35
2.1.7.	Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos	37
2.2.	Características particulares del proyecto	37
2.2.1.	Programa General de Trabajo	37
2.2.2.	Preparación del sitio.....	38
2.2.3.	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	41
2.2.4.	Etapas de construcción.....	42
2.2.5.	Etapas de operación y mantenimiento	49

2.1 Información General del Proyecto

De acuerdo a lo establecido en el artículo 5° Fracción D) inciso VII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reformas, se ha preparado el presente estudio de impacto ambiental con la finalidad de identificar los impactos ambientales que se pueden llegar a presentar con la construcción, dotación de infraestructura y operación necesaria para el “proyecto hidroeléctrico San Agustín Etlá”. Dicho proyecto será un sistema de generación hidroeléctrica de pequeña escala tipo mini central hidroeléctrica proyectado en el Municipio de San Agustín Etlá, Oaxaca y sobre uno ya existente que data de hace 140 años.

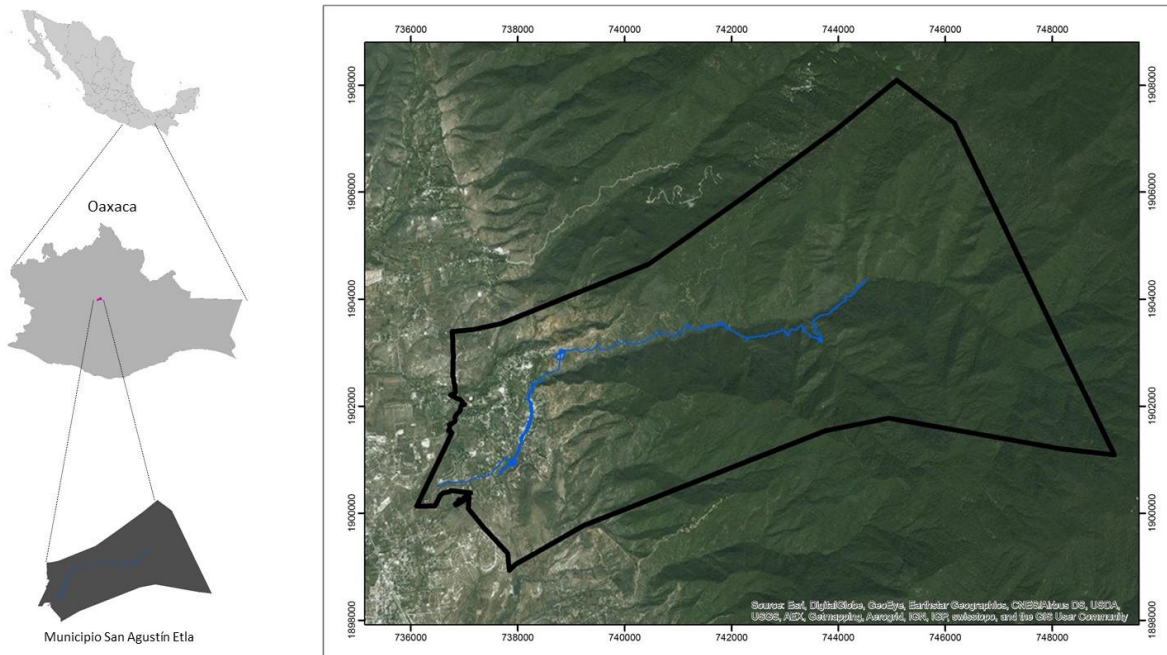


Figura 2-1. Ubicación del proyecto

El proyecto consiste en implementar nuevamente un esquema de generación hidroeléctrica para repotenciar el esquema anterior; actualmente en abandono. Dicho esquema se constituía por una presa derivadora (PD1); actualmente en ruinas, dos casas de máquinas; una en abandono (CM1a) y una en operación (CM2a), un tanque de carga sin operar (TC1a), un sistema de conducción conformado por dos secciones (CC1a en abandono y CC2a en operación) mediante canal a cielo abierto en su mayoría, salvo pequeñas secciones con tubería para librar accidentes geográficos en el tramo (CC1a), ambos canales tienen un sendero de operación que corre en paralelo a los mismos (SOP1 y SOP2); así como dos secciones de tubería forzada de fierro fundido (TF1) y (TF2);

ambos en abandono e incompletos, todo esto en 55,160.85 m² a lo largo de 7,884 metros lineales.

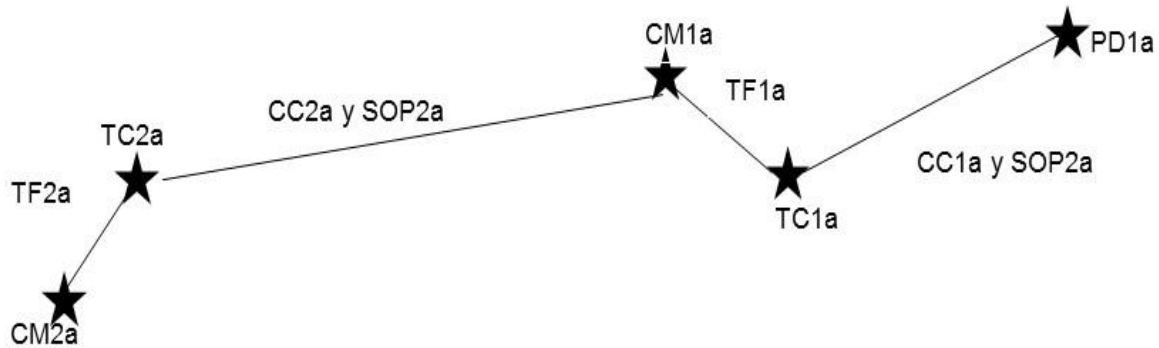


Figura 2-2. Esquema de generación existente. La letra "a" hace referencia a la infraestructura existente

Con el fin de adecuar la configuración existente a las necesidades de generación demandadas, el presente proyecto contempla dos tipos de intervenciones; la rehabilitación o ampliación de infraestructura existente y la construcción o sustitución de elementos a lo largo de 5,753 metros lineales adicionales a los ya existentes. Los elementos a rehabilitar son el CC1a, TC1a, TF1a, CC2a, SOP1a y SOP2a. La construcción de los nuevos elementos corresponde a la PD1a actualmente en ruinas y fuera de operación, el tanque de carga 2 (TC2n), la TF2n, la línea de transmisión 1 y 2 (LT1n y LT2n), la CM1n, CM2n, el camino de acceso 1 (CA1n) y la subestación eléctrica (SEn), estas últimas se ubicarán en la zona más baja del Municipio, la construcción implica intervenir 61,872.36 m² adicionales a los ya existentes. La propuesta de modificación a la configuración existente responde a la necesidad de hacerla más eficiente y con mayor rentabilidad.

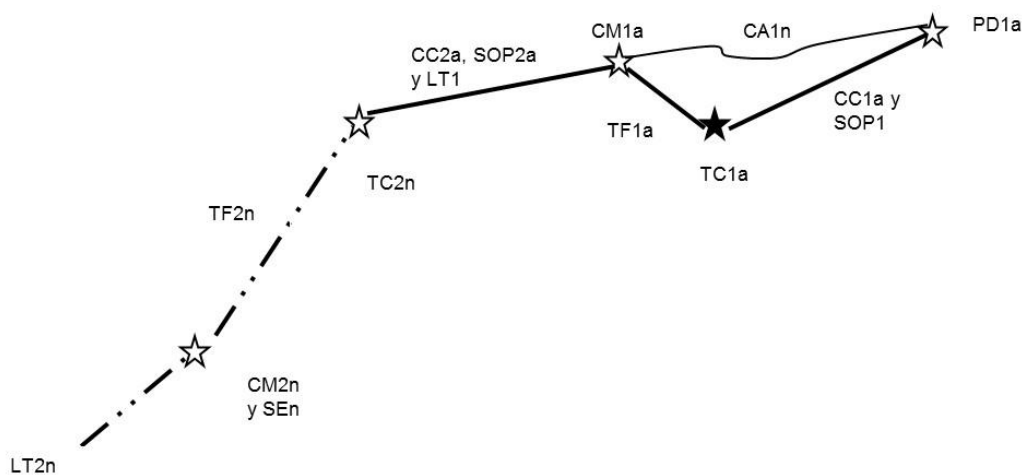


Figura 2-3. Esquema de generación propuesto, donde las líneas continuas y las ★ representan la infraestructura existente que se va a rehabilitar, mientras que la letra “n”, las ☆ y las líneas discontinuas representa la infraestructura nueva que contempla el proyecto

El proyecto tiene como afluente principal al río Grande o San Agustín. Como energía primaria se utilizará la energía cinética y potencial del flujo de agua de dicho río, la cual será convertida primero en energía mecánica para después convertirla en energía eléctrica con la mejor tecnología actualmente disponible y mediante un sistema de doble salto.

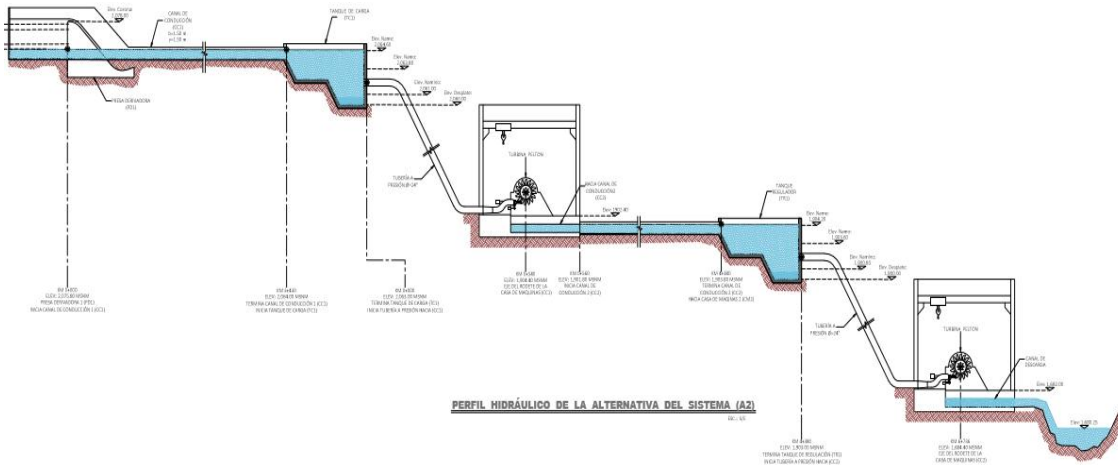


Figura 2-4. Esquema de la configuración de doble salto del proyecto

Actualmente el agua del cauce natural del río es utilizada para usos productivos y para consumo humano por las comunidades aledañas de la zona de estudio, e incluso la ciudad de Oaxaca se beneficia de estas aguas para consumo de la población.

Los elementos constructivos que conforman las instalaciones del proyecto son los siguientes, los cuales se mencionan siguiendo el trazo del proyecto, iniciando en la presa derivadora, terminando con la línea de transmisión 2:

Presa derivadora (PD1): El trazo actual del proyecto tiene las ruinas de lo que fue una presa derivadora, básicamente un escalón de mampostería que era parte de la cimentación, por ello, el nuevo proyecto construirá una nueva presa en el mismo sitio de la anterior.



Figura 2-5. Escalón existente que formó parte de la cimentación de la PD1a.

La presa la podemos definir como un dique vertedor a todo lo ancho del río, cuya cresta permitirá el libre cauce del volumen que será destinado al caudal ecológico, permitiendo así la preservación de la cuenca en el tramo donde se realizará la generación de energía.

Es una estructura de concreto de baja altura, entre 8 y 10 metros, y un claro aproximado de 40 m. a la cual también se le define como un dique vertedor la cual se coloca sobre el cuerpo del río, con el objeto de remansar las aguas y poder extraer por gravedad sobre su margen izquierda un volumen estimado de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, se ubica en la parte alta de la cuenca.

En su margen izquierda estará construida una obra de toma conformada por un canal de llamada y posteriormente uno de conducción donde se ubicarán compuertas que darán acceso al canal de conducción por el que se encauzará el volumen requerido y que es estimado del orden de 1500 lps. Tendrán un canal desarenador en la margen derecha del cauce que permitirá el adecuado encauzamiento de los azolves acumulados aguas arriba de la estructura derivadora.

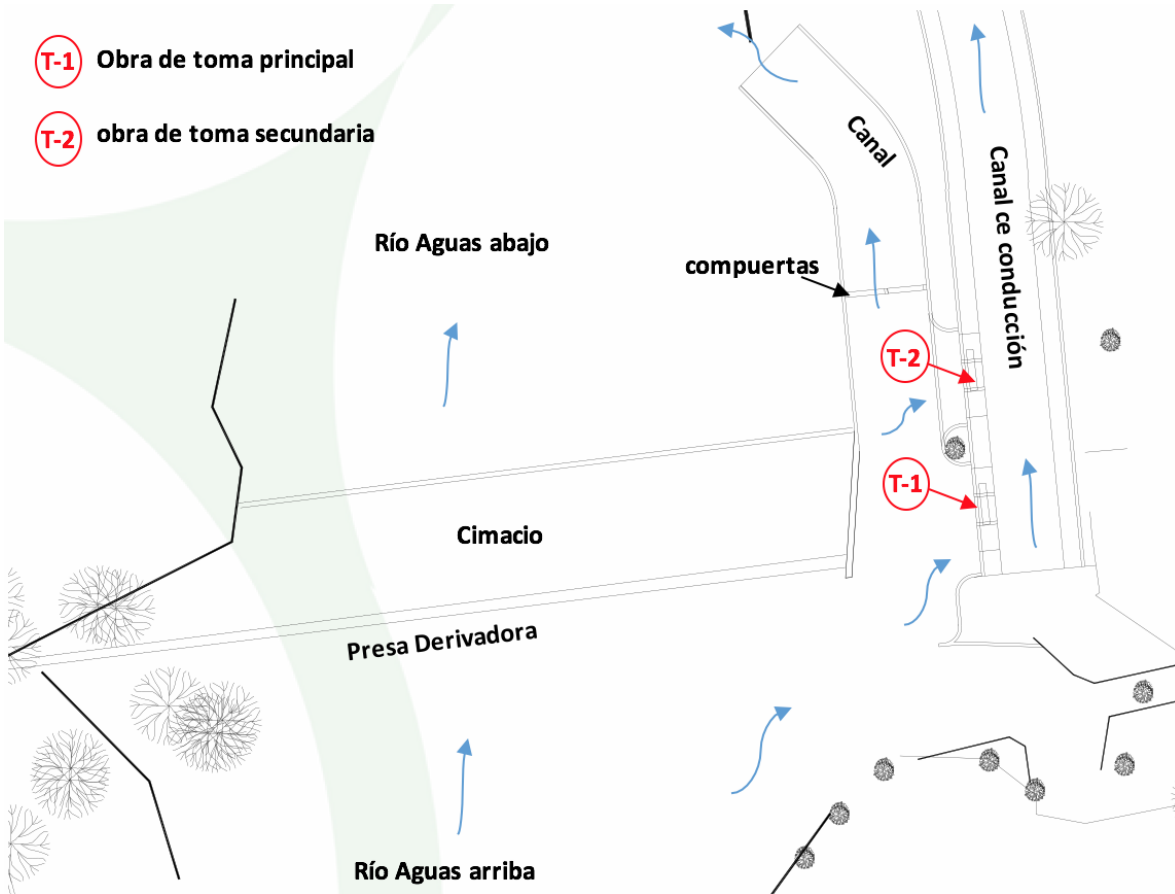


Figura 2-6. Presa derivadora, obra de toma, canal desarenador

CORTINA: Estructura de concreto atravesada en el lecho del Río como un obstáculo al flujo del mismo con elevación suficiente para derivar el agua a la obra de toma, se diseña de forma que la corriente del río vierta sobre ella ya sea de forma parcial o total en su longitud. Se desplanta generalmente sobre una cimentación rocosa o de concreto, la cimentación debe de ser resistente y no erosionable, el vertedor cimacio será en concreto

CANAL DESARENADOR: La obra de toma se hace a partir del canal desarenador, el cual es parte integral de la estructura derivadora. Se aloja hacia la margen en la cual se efectuó la derivación; margen izquierda, su eje es paralelo al cauce del río, se construye en materiales rígidos, para el caso en concreto reforzado con muros verticales y un ancho de plantilla constante.

Se equipa con compuertas generalmente de tipo radial, situadas en dirección del eje de la presa, el canal desarenador es la estructura que nos permite alojar los orificios de la obra de toma en un tramo recto. El agua en el canal desarenador debe tener una velocidad igual o menor a la del río, de manera que se permita la decantación de arenas.

OBRA DE TOMA: Esta estructura tiene la función de extraer el agua del embalse de una presa de derivación donde no existe capacidad de almacenamiento o es despreciable para efectos de regulación. Generalmente está localizado en uno de los extremos de la presa, con una elevación que se domine por gravedad en la zona de aprovechamiento, se deben instalar rejillas en los orificios de derivación para evitar el paso de sólidos flotantes. La obra de toma generalmente es de forma perpendicular al canal desarenador, y se constituye por una o dos compuertas, alojadas en el exterior del canal. La toma se hace por medio de orificios ahogados (totalmente sumergidos) y que conectan con el canal de conducción.

Las compuertas quedaran separadas lo necesario para un trabajo de instalación y operación cómodos, el umbral de los orificios deberá quedar en la misma cota que la plantilla del canal de conducción.

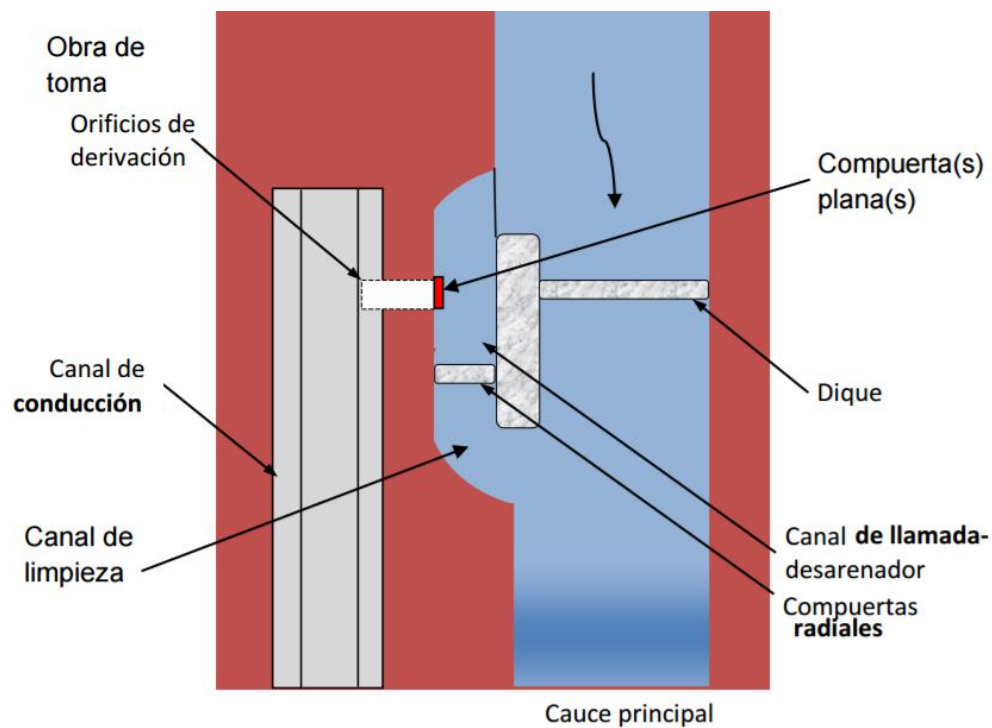


Figura 2-7. Detalle de la obra de toma.

ESTRUCTURA DEFLECTORA: A la descarga del agua que vierte por el cimacio de la presa derivadora, se le controla mediante estructuras deflectoras que se construyen al pie de la presa, su objetivo es alejar el agua hasta un punto donde los efectos de erosión y socavación no pongan en peligro la estabilidad de la presa, el cual suele ser una cubeta de amortiguamiento con fondo curvo que trabaja ahogado.

Canal de conducción 1: El canal existente corre a cielo abierto salvo secciones en tubería para librar accidentes geográficos, interconecta la obra de toma de la presa derivadora y el tanque de carga 1. Su trazo se encuentra en la margen izquierda del cauce, cuenta con una longitud estimada de 3,531 metros donde corre un sendero de 1.50 m. de ancho en paralelo. La intervención consiste en la ampliación mediante la configuración de una nueva sección trapezoidal sobre el margen izquierdo del actual y el revestimiento del mismo con concreto reforzado (fig.2-8). Con esta intervención se podrá conducir hasta 2500 lps en una venida máxima.

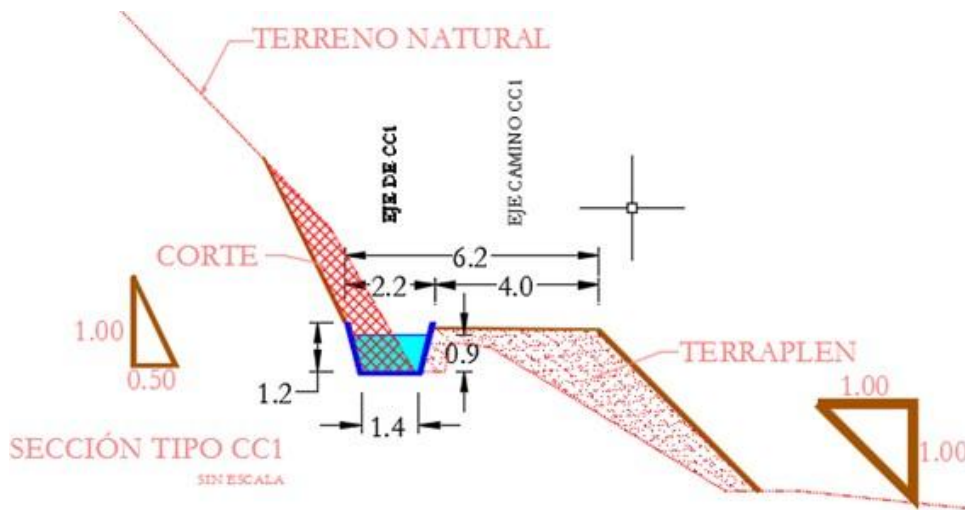


Figura 2-8. Sección propuesta del canal de conducción 1 y el camino 1.

Sendero de operación 1 (SOP1): Corre en paralelo del CC1 a lo largo de 3,519 metros lineales de 1.50 m. de ancho, por ello se busca ampliarlo para facilitar la construcción, operación y mantenimiento del canal, la PD1 y sus obras accesorias. El sendero ampliado será de 4.00 m. de ancho, con tres plataformas para maniobras, las cuales se localizarán en la PD1, TC1 y en la intersección con el CA1, el ancho de las mismas será variable debido a las condiciones topográficas de los sitios. El sendero propuesto se desplantará

sobre el anterior canal, lo que implica el relleno de éste con el material de corte sobre él se realizará la ampliación del sendero (fig. 2-8)



Figura 2-9. Estado actual del canal 1 junto con el sendero.

Tanque de Carga 1 (TC1): Existe; aunque en abandono, por ello será necesario rehabilitarlo para aumentar su capacidad de almacenamiento. Esta estructura tiene dos funciones primordiales, la primera es entregar el volumen requerido para la conducción en la tubería a presión para evitar, en lo posible, el acceso de aire que provocaría cavitación en los equipos de turbinación y, por otro lado, regular cierto volumen de agua para corto tiempo.

Para el nuevo esquema de operación será necesario ampliar su capacidad de almacenamiento a 3,000 m³, para lo cual se respetará la geometría actual, solamente se aumentará la profundidad, tratando de cuidar la obra civil; es decir, los muros perimetrales que delimitan la configuración o geometría de éste, salvo la caseta de adobe, la cual presenta daño estructural y será sustituida por una de las mismas dimensiones, con configuración y estilo arquitectónico similar y en el mismo sitio donde se desplanta.

El tanque se encuentra en la margen izquierda del cauce, en la elevación 2061 msnm, actualmente tiene una capacidad estimada menor a 1,000 m³. Cuenta con una obra de descarga proveniente del canal de conducción dotada de un sistema de compuertas. El control de la descarga estará conformado por un tanque desarenador ubicado en la parte baja del tanque y una obra de descarga en donde estarán instaladas unas compuertas tipo aguja controladas por un servomotor operador remotamente desde la casa de máquinas. El tanque tendrá una obra de excedencias en caso de derrame y estará localizado en la parte oriente del mismo.



Figura 2-9. Estado actual del TC1

Tubería forzada 1 (TF1): La tubería existente data de 1865, es de acero fundido, está incompleta y corre del TC1 al CM1. La tubería actual se de fierro fundido y en tramos está incompleta, razones por las cuales se plantea sustituir la tubería respetando el trazo actual. A lo largo de los 573 metros lineales por donde corre.



Fig. 2-10. Estado actual de la TF1

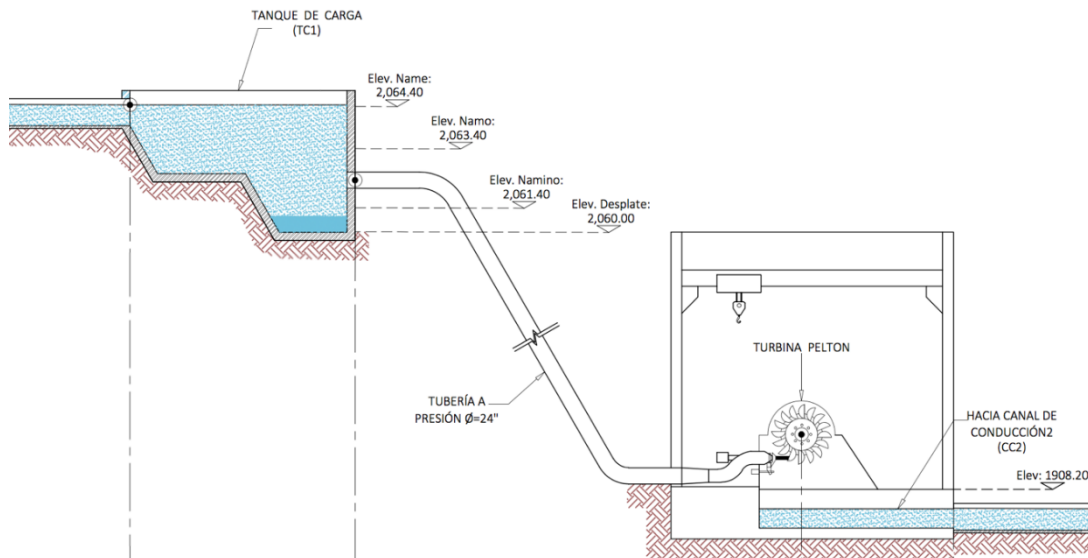


Figura 2-11. Perfil Tanque de Carga TC1, tubería forzada 1 y cuarto de máquinas 1.

Casa de máquinas CM1: El edificio existente data de principios del siglo XX, no cuenta con catalogación del INAH y presenta un estado de conservación deteriorado debido al abandono, es por ello que se propone un edificio nuevo respetando el estilo arquitectónico, con un recubrimiento tipo enjarrado, pero con materiales actuales y resistentes, garantizando así la seguridad de los trabajadores como del equipo. Este edificio que albergará dos equipos de turbo generación del tipo Pelton de 1 MW en potencia nominal, cada rueda tendrá la capacidad de turbinar 75 lps. Los cuales convertirán la energía potencial del agua en energía eléctrica. El agua será desfogada al canal de conducción

CC2 a través de la obra de descarga. Contará con todos los sistemas de control, monitoreo y automatización que permitirán la adecuada operación de los sistemas.

El edificio será habilitado con los servicios de agua y energía eléctrica, además en un espacio externo a este se construirá un baño que contará con una fosa séptica, así como un almacén.



Figura 2-12. Vista actual del estado de conservación del CM1, las grietas son evidentes lo cual, permite suponer un daño estructural.

Canal de conducción 2 (CC2): El canal de conducción actualmente interconecta la obra de descarga de casa de máquinas CM1 y el tanque de carga 2 (TC2), su trazo se encuentra en la margen derecha del cauce y tiene una longitud estimada de 3,775 metros, cuenta con una capacidad de conducción estimada del orden de 300 lps. Para el mejor aprovechamiento de la cuenca se propone ampliar la sección respetando el trazo existente para poder conducir los 2,500 lps necesarios para la rentabilidad del proyecto. Los trabajos se realizarán en seco mediante la conducción del líquido por tubería en paralelo al canal y donde no estorbe a los trabajos por realizar. Para ello se trabajarán en tramos de 1 km. De

longitud, se cerrarán las compuertas y colocarán ataguías en el canal para aislar los tramos a intervenir.



Figura 2-13. Estado actual del canal

Sendero de operación 2 (SOP2): El sendero corre en paralelo en la margen izquierda del canal de conducción dos (CC2) y llega hasta la casa de máquinas 1 (CM1). Tiene una longitud de 3,780 metros, se encuentra sobre la margen derecha del CC2, solamente requerirá de un trabajo de consolidación y recuperación de una sección constante de 4 metros, ya que cuenta con zonas donde, por motivos de deslave provocados por escurrimientos, ha perdido superficie y una reducción en su sección.



Figura 2-14. Sección del canal y sendero 2 con línea de transmisión 1

Tanque de carga 2 (TC2): Será una estructura completamente nueva que se alojará en la margen derecha del cauce en la parte superior de la Colonia Tres de Mayo del Municipio de San Agustín Etl. Esta estructura tendrá una capacidad de almacenamiento de 8,000 m³, contará con una obra de descarga proveniente del canal de conducción dotada de un sistema de compuertas. El control de la descarga estará conformado por un tanque desarenador ubicado en la parte baja del tanque y una obra de descarga en donde estarán instaladas unas compuertas tipo aguja controladas automáticamente por un servomotor desde la CM2. Contará con una obra de excedencias en caso de derrame y estará localizado en la parte oriente del tanque. Estará revestido por concreto hidráulico al interior, mientras que los taludes exteriores serán estabilizados mediante sampleado de piedra combinado con vegetación.

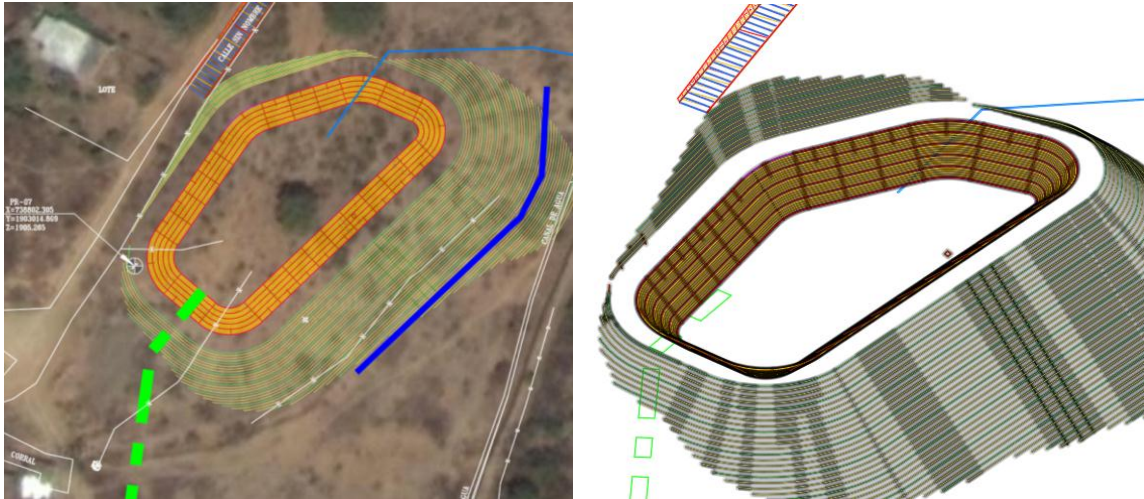


Figura 2-15. Configuración del TC2

Tubería forzada 2 (TF2): Este componente se realizará completamente nuevo debido a la modificación del trazo. La tubería nace en el TC2 y conectará a éste con los equipos de turbinación albergados en la casa de máquinas CM2. Para ello correrá de manera superficial a partir del TC2 y hasta llegar a la traza urbana, donde será subterránea siguiendo los derechos de vía de las avenidas existentes, librando la obra inducida ya existente, sumando una longitud de 2,467 metros, trazo que cuenta con la aprobación de los habitantes para su realización.

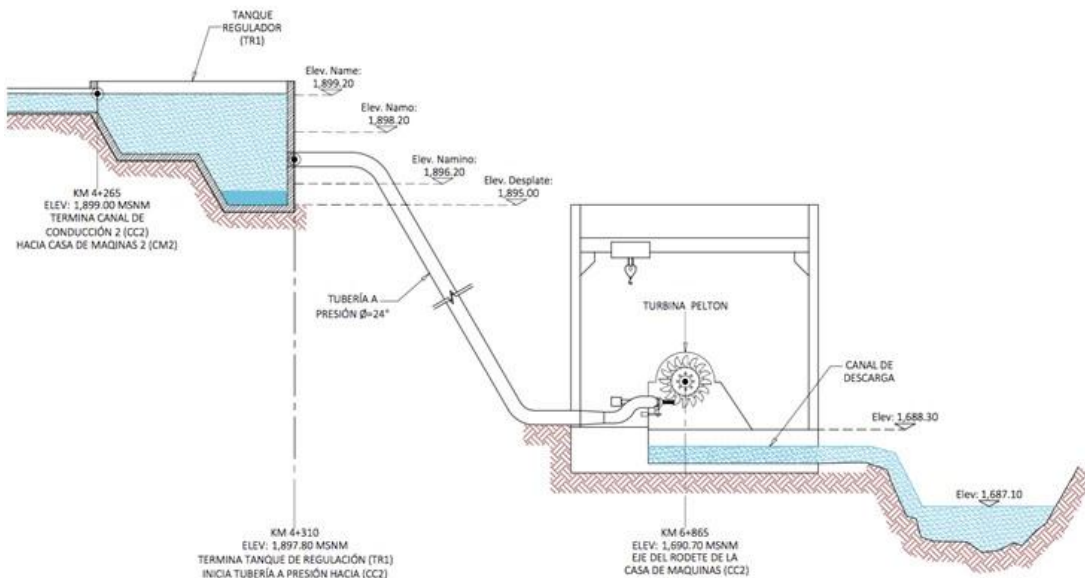


Figura 2-16. Perfil Tanque de Carga TC2 – Tubería a presión – CM2

Casa de máquinas CM2: Será una instalación nueva en su totalidad dentro de un predio de 1,000 m² que se comparte con la subestación elevadora. Estará conformado por dos equipos de generación de 1.3 MW en potencia nominal. En ella se albergarán e instalarán todos los sistemas de control, monitoreo y automatización que permitirán la adecuada operación de todos los sistemas. Al igual que en el cuarto de máquinas 1, las turbinas serán del tipo Pelton, cada rueda tendrá una capacidad de turbinar 75 lps que serán desfogados para reingresarlos a la anterior línea de conducción. Estará conformada por un edificio con sus equipos generadores, estacionamiento, sanitario, almacén playa de montaje y cuarto de control.

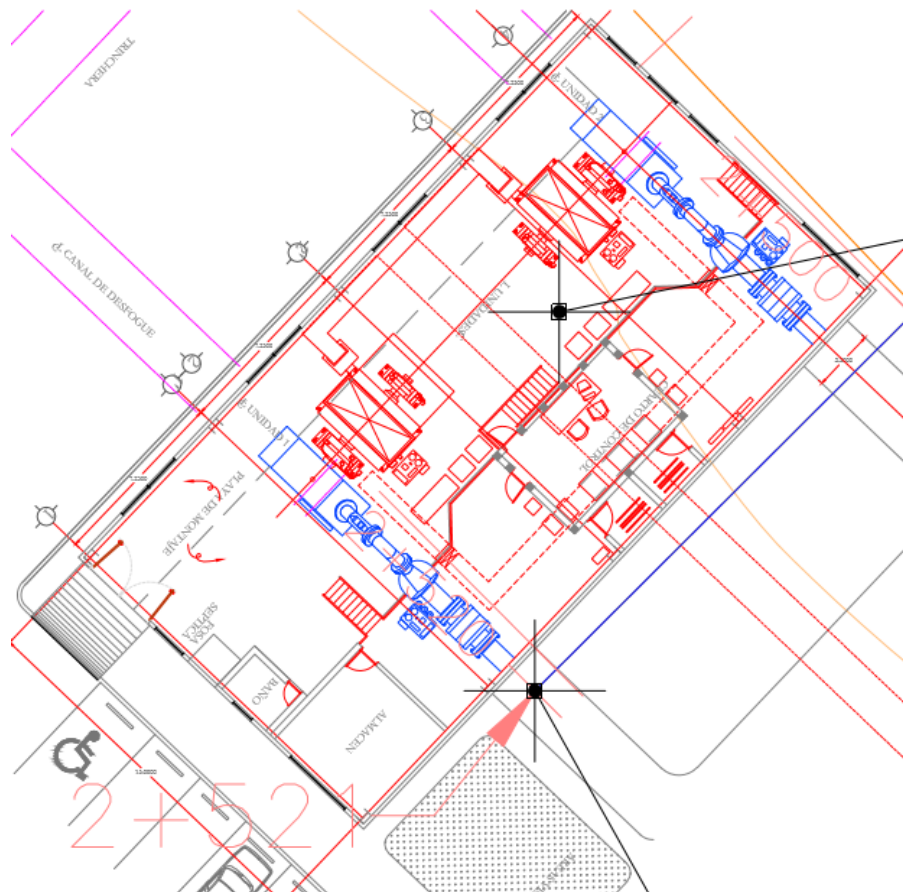


Figura 2-17. Planta arquitectónica de la casa de máquinas 2.

Subestación elevadora: Será una obra nueva dentro del terreno de 1,000 m² de la CM2. Tendrá una zona de rodamiento, una caseta de vigilancia, su superficie será permeable con grava y contará con barda perimetral junto con la SE1. Esta instalación está destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador y estará dividida en tres secciones principales (medición, cuchillas de paso e interruptor), las demás son derivadas.

En las secciones derivadas se instalarán interruptores de varios tipos hacia los transformadores.

La función de esta instalación es elevar el nivel de tensión hasta 115 ó 230 kV antes de entregar la energía a la red de transporte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se estima que la potencia instalada será de 5 MW y además contará con una subestación para servicios auxiliares para cada central.



Figura 2-18. Planta de la subestación elevadora.

Cuadro de maniobras de punto de interconexión: Es la estructura por la cual se interconecta la línea de transmisión proveniente de la subestación elevadora, con el circuito que pertenece al Sistema Eléctrico Nacional operado por la CFE. Consta de interruptores y sistemas de protección que salvaguardan las instalaciones de la central, como de la propia red de la CFE, evitan que se generen mayores daños en caso de la presencia una corriente de corto circuito o alguna falla derivada por errores en la operación de ambos lados, se conforma por estructuras de acero galvanizado que soportarán los aisladores, conos de alivio y demás implementos para los sistemas de protección e interconexión a la línea de transmisión nueva, todo ello en un superficie de 20 x 20m.

Línea de transmisión: Para lograr la evacuación de la energía producida por ambas centrales de generación el proyecto contempla dos líneas de transmisión. La primera es

una línea en doble circuito mediante postes de concreto que correrá desde la CM1 de forma paralela al sendero de operación 2 (SOP2) y hasta la subestación elevadora. La segunda es una que corre con torres de alta tensión para interconectar la subestación elevadora con el circuito que designe el Centro Nacional del Control de la Energía (CENACE). El diseño de las líneas de transmisión atiende las especificaciones de diseño siguientes:

- CFE DCDLTA01 - Diseño de líneas de transmisión aéreas
- CFE J1000-50 - Torres para líneas de transmisión y subtransmisión.
- IEC 60652-2002: Loading Test on Overhead Line Structures
- CFE E0000 – 18 – Cable de aluminio con cableado concéntrico y núcleo de alambres de acero recubierto de aluminio soldado (ACSR/AS).
- NRF-014-CFE-2004. Derecho de vía para la construcción de torres de transmisión de energía eléctrica en México.
- CFE 2P100-96-2016: Señalización de Líneas de Transmisión aéreas con tensiones de 69 kV a 400 kV

Camino de acceso CA1n: Será necesario habilitar un camino de 1,647 metros por 4 m. de ancho para comunicar la CM1 a la PD1 con la finalidad de facilitar su proceso constructivo, como para los trabajos de mantenimiento necesarios. La superficie de rodamiento estará constituida por el material producto del corte; si su calidad lo permite, de materiales pétreos propios de la región y de material inerte de los bancos de material, solamente se conformará la sección atendiendo a la menor afectación ambiental posible como el menor riesgo para los operadores.

Servicios requeridos: La proximidad de varias localidades al área del proyecto permitirá a trabajadores, operarios y demás personal contar con la mayoría de los bienes y servicios que comúnmente demandan en su vida cotidiana que son requeridos para un buen desempeño en sus labores. Sin embargo, para la operatividad del proyecto, se requiere de una zona para una oficina móvil a un costado de la CM1 ya que la oficina central estará en la ciudad de Oaxaca. También se instalará una zona de patio de maquinaria, materiales; principalmente una pequeña planta de concreto móvil premezclado que será removida al término del proyecto, aprovechando en todo momento aquellas áreas trabajadas. Por la cercanía con localidades no será necesario la instalación de campamentos, áreas de cocina ni dormitorios. La maquinaria se desplazará mediante el camino de acceso y los senderos de operación.

La infraestructura y trazos existentes, las dimensiones del proyecto, el flujo de agua necesario para la generación proyectada y la topografía de la zona hacen que el proyecto presente características técnicas sobresalientes y de menor impacto ambiental.

2.1.1. Naturaleza del proyecto

Una central Hidroeléctrica es un conjunto de las instalaciones requeridas para transformar la energía potencial de un curso de agua en energía eléctrica aprovechable. La energía hidroeléctrica es una energía renovable, cuya implementación conlleva bondades relacionadas con la mitigación al cambio climático y diversificación del mercado energético. Las energías renovables tienen un carácter sustentable, son capaces de preservar la fuente, garantizar la seguridad y diversidad del suministro energético y, minimizan el impacto ambiental con un adecuado programa de manejo del sistema.

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar, según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), atendiendo a su potencia instalada en: Micro Central hasta 50 kw, Mini Central de 50 a 500 Kw, Pequeña Central de 500 a 5000 kw y Grandes Centrales, mayores de 5000 kw (este rango de definición no es global). El aprovechamiento máximo de los recursos energéticos nacionales y la reducción en el uso de derivados del petróleo - dos objetivos centrales de las políticas energéticas ante escenarios de cambio climático producto de quema de combustibles fósiles han vuelto a poner de actualidad a las minicentrales eléctricas, las cuales se encontraban en un período de acusado declive.

En los últimos años estas centrales presentan una revitalización dinámica debido a su modesta; pero no menos importante, contribución al cumplimiento de los dos objetivos de política energética y ambiental para disminuir gases de efecto invernadero, además de sus ventajas contra los grandes sistemas de generación eléctrica, entre ellos:

- Sistema de generación de energía flexible, sencillo y carente de emisiones contaminantes.
- Energía renovable carente de emisiones contaminantes
- Almacenamiento de energía potencial como agua
- Regulación de potencia
- Regulación de frecuencia
- Aporta energía reactiva

Desde el punto de vista ambiental la energía hidroeléctrica posee las siguientes ventajas:

- Es un uso no consuntivo del agua
- No produce emisiones ni contaminaciones de ningún tipo
- Regula las aportaciones fluviales con embalses
- Lamina las avenidas con embalses
- Permite la utilización conjunta de sus embalses (abastecimiento a poblaciones y regadíos)
- Permite la utilización lúdica de los embalses

Adicionalmente, las centrales hidroeléctricas de reducida potencia constituyeron la base de la electrificación de pequeñas comunidades rurales no solo del país, también en países como España, esto debido a que con ellas se minimizaban los problemas técnicos ocasionados por el transporte de energía eléctrica; logrando además sortear la dificultad de extender de manera suficiente las redes regionales de distribución.

Las pequeñas centrales hidroeléctricas estaban dimensionadas de acuerdo con las características del río en el que eran instaladas y, con el tamaño del mercado local al que debían suministrar electricidad. Una de estas pequeñas centrales hidroeléctricas se construyó en la localidad de San Agustín Etna, la cual dejó de operar hace varias décadas. Actualmente se aprecian vestigios claros de cómo funcionaba ya que aún permanece buena parte de la infraestructura que la conformaba, aunque es su mayoría se encuentra inhabilitada.

Históricamente la comunidad de San Agustín Etna ha sido generadora de electricidad. A finales del Siglo XIX la región fue beneficiada con inversiones en el ramo textilero debido al caudal de sus aguas, así como por la humedad de su ambiente, estas inversiones dieron paso al desarrollo de la industria eléctrica mediante la instalación de un motor hidráulico de sesenta caballos de fuerza, originalmente para dotar de electricidad a la ciudad de Oaxaca.

El sistema estaba conformado por dos edificios que albergaban los equipos de generación de energía eléctrica, de los cuales a la fecha no quedan muchas piezas; sin embargo, las obras civiles compuestas primordialmente por pequeñas represas, tanque de carga, canales a cielo abierto y tuberías forzadas aún se encuentran físicamente, incluso algunos

de ellos aún en operación, aunque para otros propósitos que no son necesariamente orientados a la generación de energía. El proyecto que se pretende desarrollar tiene una configuración similar a la que existió salvo algunas modificaciones, las cuales implican la rehabilitación y dimensionamiento de ciertas estructuras para poder responder a la creciente demanda de energía eléctrica del país,

2.1.2. Selección del sitio

Los criterios establecidos para la selección del sitio fueron ambientales, técnicos y socioeconómicos, los cuales se enlistan a continuación:

Tabla 2-1. Criterios de selección del sitio

SELECCIÓN	CRITERIO	CUMPLIMIENTO		
		MÍNIMO	ADECUADO	FAVORABLE
Ambiental	Área con infraestructura de servicios	X		
	Predio sin vegetación	X		
	Predio sin arroyos o cuerpos de agua dentro del predio o cerca	X		
	Zona con poca biodiversidad (no afectación a flora o fauna)	X		
	Sin presencia de especies en algún estado de riesgo de acuerdo a la NOM- 059-SEMARNAT-2010	X		
	Predio fuera de áreas naturales protegidas (ANP), Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTPM), Áreas de Interés para la Conservación de Aves (AICAS) o Regiones hidrológicas prioritarias	X		
	Estado o municipio con regulaciones adecuadas a favor del ambiente			X
	Predio fuera de áreas tipificadas en los ordenamientos ecológicos como de CONSERVACIÓN (C) o RESTAURACIÓN (R).			X
	Predio en zonas sin escasez de agua		X	
	Predio alejado de áreas habitacionales para evitar molestias por ruido, olores y otras emisiones			X
	Predio con poca fragilidad del paisaje		X	
	Disponibilidad de servicios básicos: energía eléctrica,	X		

	telefonía, gas, etc.			
	Vías de acceso y comunicación		X	
	Predio plano con tipo de suelo compatible con construcciones	X		
	Predio con poca labor de preparación (sin vegetación, tiraderos de escombro, despalme, sin arroyos o escurrimientos, poca remoción de suelo o poco tratamiento, entre otros aspectos)	X		
Técnico	Disponibilidad de materiales para la construcción, incluyendo bancos de materiales cercanos y autorizados			X
	Disponibilidad de recursos humanos			X
	No se ubiquen centros de población cerca del predio de proyecto (evitar molestias)			X
	No se prevean o existan conflictos sociales	X		
Económico	Generación de empleos y mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores aledaños			X
Legal	No se tenga impedimento legal para el establecimiento del proyecto (uso de suelo)			X

2.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se localiza en el Municipio de San Agustín Etlá, en el Estado de Oaxaca. El Municipio está en la parte central del estado, particularmente en la región de los Valles Centrales, pertenece al distrito de Etlá y geográficamente se encuentra entre los paralelos 17°09' y 17°15' de latitud norte; los meridianos 96°39' y 96°47' de longitud oeste, tiene una altitud entre 1 600 y 3 300 msnm. La superficie total del municipio es de 55.55 km² y la superficie del municipio en relación a la del estado es del 0.08%.

San Agustín Etlá se encuentra aproximadamente a 14.38 kilómetros al NW 12°SE de la ciudad de Oaxaca y colinda al norte con los municipios de San Juan Bautista Guelache, Teococuilco de Marcos Pérez y Nuevo Zoquiapam; al este con los municipios de Nuevo Zoquiapam y San Pablo Etlá; al sur con el municipio de San Pablo Etlá; al oeste con los municipios de San Pablo Etlá, Guadalupe Etlá, Villa de Etlá y San Juan Bautista Guelache.

Ocupa el 0.06% de la superficie del estado. Cuenta con 6 localidades y una población total de 3 243 habitantes.

Pertenece a la Región hidrológica Costa Chica–Río Verde (99.91%) y Papaloapan (0.09%), a la cuenca R. Atoyac (99.91%) y R. Papaloapan (0.09%) y a la Subcuenca R. Atoyac-Oaxaca de Juárez (99.91%) y R. Quiotepec (0.09%). Este municipio cuenta con manantiales de nombre Mano de León y el Cárcamo, los cuales dan origen a la corriente conocida como río Grande de San Agustín el cual recibe las aportaciones de los siguientes arroyos: Los Fresnos, río Oscuro, El Sombrerete, Pueblo Viejo, El Cerezo, La Ardilla, La Barranca, La Virgen y El Jerinque.

Particularmente el proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etlá se localiza al oriente de la ciudad, la cual es a su vez la cabecera municipal del municipio, ambos en San Agustín Etlá, Oaxaca. El sitio de interés abarca varias localidades que tienen influencia sobre el proyecto; entre los que destacan: San Juan Bautista Guelache, San Gabriel Etlá, San Miguel Etlá, Santo Domingo, Barrio Alto, Asunción Guelache, la capellanía, San Sebastián Etlá, Santa Cruz Etlá, San Pablo Etlá, Hacienda Blanca, Poblado Morelos, Santiago Etlá y directamente San Agustín Etlá; entre otros, los cuales de alguna manera serían los principales benefactores de llevarse a cabo el proyecto.

El sitio seleccionado para el proyecto resultó del análisis de varios sitios de interés para prospección hidroeléctrica y fue definido en base a sus características morfológicas e hidrológica con la finalidad de diseñar infraestructura hidroeléctrica para el abastecimiento de energía eléctrica ya que la mayor parte del año se tiene un flujo hidráulico constante sobre el río San Agustín, (INEGI, 2000). Éste río tiene flujo de drenado con dirección al suroeste - sur y, de acuerdo al análisis preliminar del área, el caudal de este cauce permitiría mantener en operación equipos y/o cortinas derivadoras, así como generadores de energía eléctrica, lo cual aunado a las características morfológicas, estructurales, geológicas, hidrológicas y climáticas que presenta el sitio de interés hicieron del municipio de San Agustín Etlá el mejor lugar para albergar al proyecto.

Las coordenadas del proyecto están en unidades GEOGRÁFICAS, zona 14 y datum WGS84, tomados con un equipo GARMIN ETREX 10 (tabla 2-2 y 2-2a).

Tabla 2-2. Coordenadas del predio bajo estudio.

VERTICE	X	Y
1	736603.9217	1900558.2438
2	737861.8018	1900934.6428
3	737898.5135	1900966.3785
4	738257.9564	1902256.1987
5	738850.2230	1903055.2967
6	739089.9956	1903081.4983
7	740236.2008	1903168.7285
8	743687.2150	1903201.7653
9	743653.3597	1903222.6203
10	743681.5363	1903266.1891
11	743543.5144	1903287.9843
12	742399.1720	1903298.7469
13	742615.0766	1903312.8489
14	743658.2434	1903322.8718
15	743056.8412	1903333.0754
16	743644.1735	1903343.5842
17	743074.6692	1903353.9266
18	742788.7308	1903361.7085
19	740744.5847	1903368.6430
20	740651.1041	1903381.8341
21	743091.2235	1903396.3544
22	742989.1416	1903408.6750
23	743563.2819	1903421.1399
24	743193.6632	1903432.4695
25	743121.3434	1903438.3685
26	743351.8291	1903447.9123
27	743240.2790	1903465.5559
28	741611.9832	1903484.3808
29	741622.6403	1903495.7824
30	742714.5481	1903519.7039
31	741794.9501	1903551.5386
32	741813.8874	1903554.8854
33	741823.7558	1903558.7645
34	741816.9057	1903562.3288
35	741819.3210	1903567.6180
36	743592.8180	1903653.7189
37	743711.7910	1903714.4239
38	743858.7569	1903770.9635
39	744004.2781	1903890.0379
40	744235.7466	1904072.8497
41	744412.8656	1904222.5874

42	737322.3238	1900688.4569
----	-------------	--------------

Tabla 2-2. Coordenadas de los diferentes componentes del proyecto.

Obra	Identificador	Eje x	Eje Y
Presa derivadora	PD1	1,904,243.16	744,403.72
		1,904,233.14	744,403.83
Canal de conducción	CC1	1,904,233.14	744,403.83
Sendero de operación	SOP1	1,904,226.27	744,400.34
Tanque de carga	TC1	1,903,514.64	743,316.10
Tubería forzada	TF1	1,903,539.77	741,850.19
Casa de máquinas	CM1	1,903,287.94	742,307.48
Canal de conducción	CC2	1,903,260.66	742,304.43
Sendero de operación	SOP2	1,903,269.61	742,289.22
Tanque de carga	TC2	1,903,544.89	741,843.01
Tubería forzada	TF2	1,903,557.87	741,822.40
Casa de máquinas	CM2	1,903,570.56	741,806.16
Subestación eléctrica	SE	1,903,570.56	741,806.16
Línea de transmisión	LT1	1,903,558.58	741,800.85
Línea de alta tensión	LT2	1,903,028.28	738,828.19
Camino de acceso	CA1	1,903,010.85	738,813.67
Patio de maniobras PD1	PM1	1,900,968.81	737,905.61
Patio de maniobras intersección	PM2	1,900,924.90	737,932.59
Patio de maniobras TC1	PM3	1,900,911.71	737,903.97
Patio de maniobras CM	PM4	1,900,499.15	736,507.48
Interconexión	PP1	1,904,243.16	744,403.72

El proyecto no se contempla en zonas del patrimonio histórico, artístico o arqueológico de la Federación o del Estado de Oaxaca, por lo que no deberá sujetarse a las restricciones de altura, materiales, acabados, colores, aberturas y todo lo demás que señalen para cada caso, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura.

El proyecto no se localiza dentro del algún Área Natural Protegida Federal o Estatal; o de alguna área voluntaria para la conservación, esta última colinda con el Sistema Ambiental en el sur del mismo; mientras que el ANP de competencia estatal más cercana es la denominada Hierve el agua.

Las Áreas Prioritarias para la conservación delimitadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), contemplan una serie de regiones que por alta biodiversidad se requiere que se fortalezcan los esfuerzos de conservación en las mismas. Conforme a dicha regionalización el proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna, se localiza en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Sierra Norte y la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe.

Las fichas de las áreas prioritarias en las que se ubica el proyecto señalan que las áreas prioritarias albergan bosques y selvas en buenas condiciones para la conservación, lo cual pudo constatarse durante los recorridos de campo en el SAR del proyecto.

Es importante señalar que el proyecto se ubica en una zona previamente utilizada para la generación de energía eléctrica y que este uso no ha mermado las condiciones de los bosques circundantes, por lo que se considera que el proyecto hidreléctrico San Agustín Etna no afectará de manera significativa las condiciones del sitio, por lo que se le considera congruente con las disposiciones descritas.

2.1.4. Inversión requerida

Se estima que el costo de la inversión para el desarrollo del proyecto ascienda aproximadamente a \$182,000,000.00 (ciento ochenta y dos millones de Pesos M.N.) de origen privado en su totalidad. En este monto se incluye la partida de medidas de mitigación por un monto total de \$2,900,000.00 (dos millones novecientos mil Pesos M.N.).

2.1.5. Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida por el proyecto es de aproximadamente 117,033.21 m². Para cada uno de los diversos componentes del proyecto, el área se desglosa en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5. Relación de áreas que conforman el proyecto y las obras asociadas al mismo

Componente	M ²	Cadenamiento	Longitud (metros lineales)	Longitud proyectada (metros lineales acumulativos)
Zona de embalse	5,725.34			
Presa Derivadora (PD1)	2,085.79	0+000		
Canal de Conducción (CC1)	7,062.00	0+000 al 3+531	3,531	3531
Sendero de operación 1 (SOP1)	14,076.00	0+000 al 3+519	3,519	

Tanque de Carga 1(TC1)	2,981.03			
Tubería Forzada (TF1)	5,680.00	0+000 AL 0+573	573	4104
Casa de Maquinas (CM1)	857.04			
Canal de Conducción (CC2)	7,606.00	0+000 AL 3+775	3,775	7884
Sendero operación 2 (SOP2)	15,084.00	0+000 AL 3+780	3,780	
Tanque de Carga (TC2)	5,652.85	0+000 AL 3+800	3,780	
Tubería Forzada (TF2)	25,210.00	0+000 AL 2+467	2,467 m	10351
Casa de Maquinas (CM2)	1,000.00	0+000 AL 2+445		
Camino de acceso a PD1 (CA1)	6,600.00	0+000 al 1+647	1,647	11998
Línea de transmisión 2 (LT2)	16,000.00	0+000 al 1+639	1,639 m	13637
Línea de transmisión 1 (LT1)	Son en paralelo a TC2 - CM2	0+000 AL 6+383	6,383	Son en paralelo a TC2 - CM2
Plataforma maniobras PD1	81.74	0+000	,	
Patio de maniobras CA-PD1	233.54	0+290		
Plataforma maniobras TC1	130.91	0+518		
Patio de maniobras CM1	966.97	0+520		

2.1.6. Uso de Suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Considerando que el sitio del proyecto se ubica en una zona rural, cuya accidentada topografía contribuye al aislamiento y marginación del sitio del proyecto, el uso actual del suelo es del tipo agropecuario, urbano con terrenos sin uso evidente ni vegetación natural.

Los usos de suelo más comunes en el SAR son la agricultura de temporal, agricultura de riego, uso urbano y pastizal inducido, todos ellos ocupan las áreas de menor altitud del

SAR. Básicamente los cuatro últimos usos de suelo han sido ampliamente transformados debido a causas antrópicas acontecidas desde hace decenas de años como agricultura, ganadería y crecimiento urbano, sin embargo, en las zonas medias y altas del SAR se registró vegetación con mayor grado de conservación.

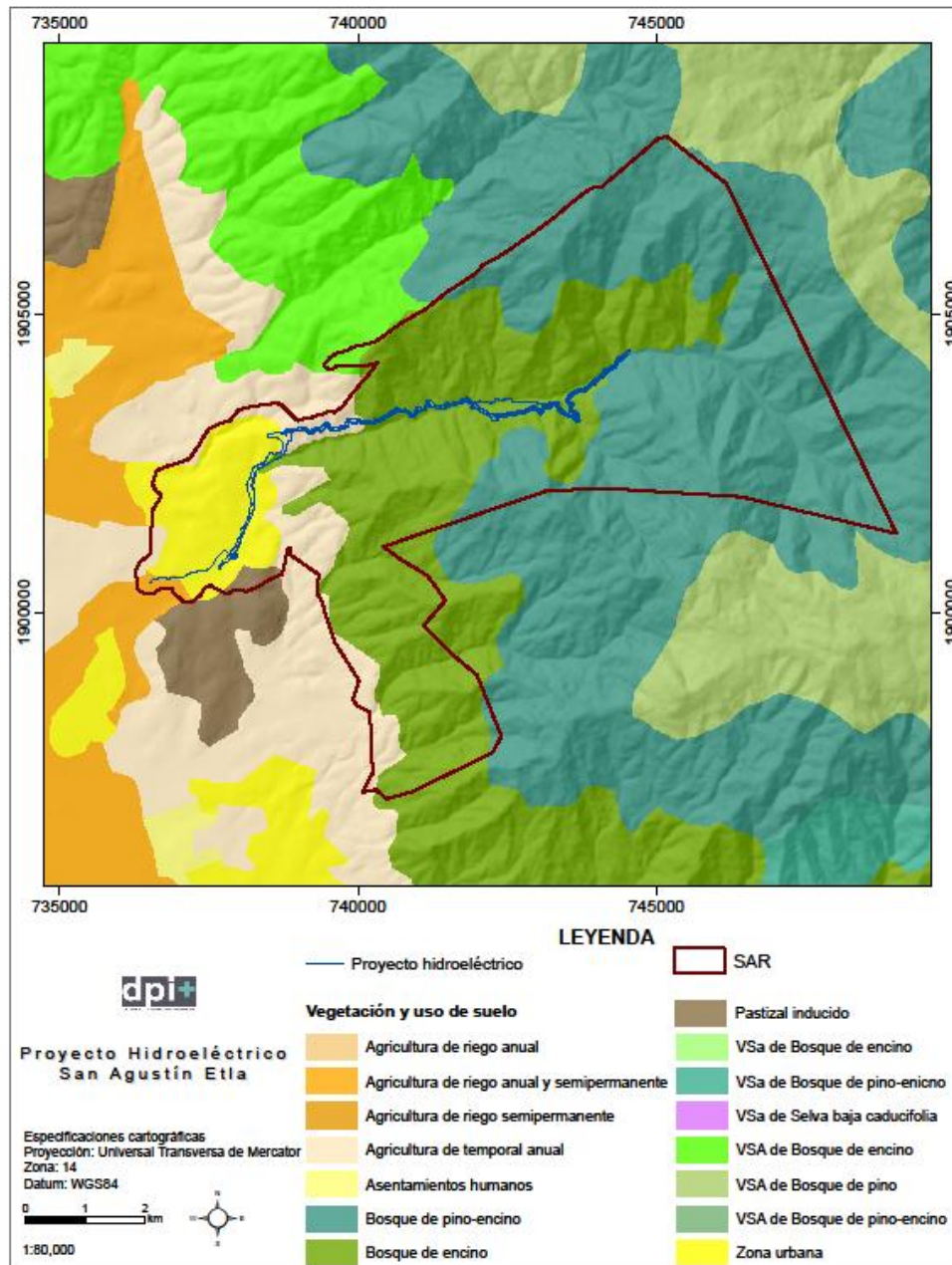


Figura 2-18. Mapa de vegetación y uso de suelo.

El municipio no cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población, únicamente existe el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del

Estado de Oaxaca (POERTEO), el cual se encuentra vigente desde el 27 de febrero de 2016. El proyecto no contraviene a las disposiciones de los criterios de regulación ecológica de dicho instrumento, por lo que se considera que el proyecto es congruente con el programa de ordenamiento ecológico.

2.1.7. Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

La zona donde se tiene proyectado ejecutar las obras se localiza, en su mayoría, en la zona urbana de la cabecera municipal, salvo lo correspondiente al frente 1 del proyecto, el cual se localiza en la colindancia con la misma. La cercanía con la zona urbana permitirá contar con la mayoría de los servicios e infraestructura necesaria para contribuir al desarrollo del proyecto:

- Energía: se proporcionará por la misma energía producida.
- Residuos sólidos: serán recolectados por el prestador de servicios autorizado para esa zona.
- Agua potable: Se abastecerá del río Etna.

Dada la falta de cobertura de red sanitaria el proyecto contempla una fosa séptica en el CM1 para el tratamiento de las aguas residuales de 600 litros.

2.2. Características particulares del proyecto

En esta sección se presenta información general de las obras y actividades principales de cada una de las etapas del proyecto. En la sección de construcción y operación, se destacan las principales características de diseño de las obras y equipo, relacionadas con la protección ambiental.

2.2.1. Programa General de Trabajo

Las actividades a desarrollar durante las obras de construcción del proyecto comprenden un periodo de 60 Meses. En este periodo se realizarán 10 partidas de obra, las cuales iniciarán una vez que se obtengan las autorizaciones y permisos necesarios. La construcción del proyecto se realizará de acuerdo con el programa de trabajo que se presenta en la tabla 2-7

Tabla 2-7. Programa de obra.

	ACCIONES	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PREPARACIÓN DEL SITIO	Trazo y nivelación	■									
	Desmonte y despalmado	■									
CONSTRUCCIÓN	Contratación de mano de obra	■									
	Excavación y demolición	■	■								
	Rehabilitación y construcción obra civil			■	■	■	■	■	■	■	
	Líneas de transmisión			■	■	■	■	■	■	■	
	Camino de acceso					■	■	■	■	■	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Contratación de mano de obra			■	■	■	■	■	■	■	■
	Pruebas y generación de energía										■
	Mantenimiento de obra civil										■

2.2.2. Preparación del sitio

2.2.2.1. Obras y actividades principales y asociadas

Una vez obtenidas las autorizaciones, permisos y licencias necesarios, se procederá a iniciar la preparación del sitio. Las actividades a desarrollar durante esta etapa comprenden un periodo de dos meses y consta de dos partidas de las 10 que contempla el proyecto, las cuales son:

Trazo y nivelación: En los tramos donde se realizarán las readecuaciones se carece del horizonte "A", por lo cual se procederá a ubicar directamente las diferentes áreas del proyecto. Para ello se requiere medir perfectamente el terreno, marcar con hilos, estacas y delimitar con cal, o mediante señalización de seguridad las áreas a intervenir; ya sea para excavación, cimentación, o las áreas donde no es permitido realizar acciones. Estos trabajos se realizarán mediante equipo especializados de medición topográfica en la totalidad de la superficie del proyecto, la cual es de 117,033.21 m²

Desmote y despalme: Esta actividad se limitará exclusivamente para la apertura y acondicionamiento de los siguientes componentes: PD1, CC1, SOP2, PM1-3 y CA1 en una superficie aproximada de 31,277.98 m². Para lo cual se tendrá que realizar el estudio técnico justificativo para su dictaminación por la autoridad.

Se llevará a cabo mediante el uso de maquinaria y se realizará en forma progresiva, conforme al programa de obra, limpiando solamente las áreas que se utilizarán en el corto plazo y removiendo la vegetación que se encuentre en el sitio del Proyecto, por lo cual será necesario realizar el estudio para cambio de uso de suelo.

Esta actividad corresponde a la remoción de la vegetación existente en las áreas en que se desarrollarán obras del proyecto; y en las áreas que se destinen para instalaciones provisionales, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a las obras y mejorar la visibilidad. El desmote comprende: Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos. Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras. Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces. Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmote al banco desperdicios.

Previo al inicio de los trabajos se realizará una visita de inspección al sitio para programarlos y determinar el tipo de equipo que se requiere de acuerdo con las características de la vegetación.

Será delimitada la zona de desmote en las áreas determinadas para cada obra a desarrollar, según lo establecido en el proyecto. Este trabajo se realizará asegurando que toda materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera de las áreas destinadas a construcción de infraestructura.

El desenraice se limitará a las superficies limitadas por las obras a ejecutar. Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre los terraplenes y coronas de terracerías serán cortadas.

En todo momento se respetarán los árboles y la vegetación adyacente a cuerpos de agua y zonas federales. Será criterio general del presente proyecto remover únicamente la vegetación que resulte indispensable para la ejecución de las obras.

Despalme: Implica la remoción de material superficial del terreno, necesario para la construcción de las obras de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para programar y determinar el tipo de equipo requerido de acuerdo con las características del sitio.

Previo al inicio del despalme y una vez ejecutado el desmonte, se delimitará la zona de despalme de acuerdo con lo indicado en proyecto. El espesor del despalme será de acuerdo al material existente en el lugar, de acuerdo con la estratigrafía del terreno o con la existencia de rellenos artificiales.

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como los pisos y fondo de excavaciones, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impidan el drenaje o que no invadan cuerpos de agua o zonas federales, para favorecer el desarrollo de vegetación.

2.2.3.2 Maquinaria a emplear

Tabla 2-8. Relación de maquinaria para la etapa de preparación del sitio

MAQUINARIA	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO	HORAS DIARIAS	COMBUSTIBLE
Excavadora de oruga	2	12 meses	8	Diesel
Camioneta	1	12 meses	8	Gasolina

2.2.3.3. Relación de personal y material

Tabla 2-9. Relación de personal y materiales para la etapa de preparación del sitio

PERSONAL APROXIMADO A UTILIZAR DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO			
PARTIDAS	NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO DE EMPLEO	TURNOS
Trazo de terreno	4	12 meses	8 horas
Despalme	17	12 meses	8 horas
MATERIALES ESTIMADOS A UTILIZAR DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO			
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TRANSPORTE
Estacas, clavos, marcas, gps.	1	Lote	Mano de obra
Balizamiento	1	Lote	Mano de obra
Equipo de topografía	1	Lote	Mano de obra
Herramienta como machetes, barretas, palas, picos	1	Lote	Mano de obra

2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras provisionales que se requerirán para el desarrollo del proyecto serán bodegas y patios de maquinaria, mismas que dependerán de los programas y procedimientos constructivos de la obra. Para la construcción del proyecto no será necesario utilizar obras adicionales como campamentos debido a la cercanía con la zona urbana.

2.2.3.5 Principales recursos naturales a afectar

Durante la ejecución de esta etapa las actividades a desarrollar son de bajo impacto ambiental y son nulos los recursos naturales a afectar, ya que el predio se encuentra despalmado previo a su adquisición por el promovente.

Tabla 2-10. Relación de áreas y superficies del proyecto afectados por la construcción del proyecto

Recurso	Afectación	Impacto
Suelo	SI	Retiro de la 30 cm superficiales
Flora	SI	Retiro de vegetación exclusivamente sobre el trazo del camino CA1n
Fauna	SI	El impacto es indirecto al perderse la flora
Aire	SI	Emisiones temporales a la atmósfera provenientes del vehículo empleado para llegar al predio.

2.2.3.6. Generación de residuos y emisiones atmosféricas

La principal fuente de emisiones en esta etapa del proyecto será por las emisiones generadas por la maquinaria. Respecto a los residuos sólidos no peligrosos que se pudieran generar se han estimado entre 0.5 a 0.750 Kg diarios/trabajador, estos residuos serán de tipo doméstico como papel, cartón, vidrio, plástico y materia orgánica producto del consumo de alimentos, dichos residuos serán recolectados por el servicio concesionario de limpia que opera en la zona para su disposición final.

Para esta etapa no se contempla la generación de residuos de manejo especial ya que no se emplearán solventes ni químicos o peligrosos.

2.2.4. Etapa de construcción

A continuación, se realiza la descripción de las actividades de rehabilitación como de construcción del conjunto de obras que serán desarrolladas en el proyecto en evaluación, de las que se destaca que en ninguna de ellas se requerirá de la utilización de explosivos.

Obras y actividades principales y asociadas

Para la etapa de construcción se tienen contempladas las siguientes intervenciones: Excavación y demolición; rehabilitación y construcción de obra civil y, líneas de transmisión.

Excavación y demolición: Son las primeras intervenciones necesarias para ejecutar la construcción del proyecto, consiste en excavar y al mismo tiempo demoler el material existente como revestimiento del CC1, TC1, cimentación de CM1, CC2, apertura de zanja en TF2. Mientras que el TC2 y la PD1 solamente implica una nueva excavación. Estos trabajos son necesarios para conformar la nueva sección requerida por las demandas del proyecto, para ello se emplearán medios mecánicos hasta llegar a los niveles requeridos. La intervención se realizará mediante una retroexcavadora de oruga, la cual ingresará al sitio por el derecho de vía de la TF1 retirando la tubería obsoleta al mismo tiempo que avanza, al salir por el mismo trazo irá colocando la nueva tubería; de esta forma se evita la apertura de caminos adicionales al CA1n, para posteriormente moverse por los SOP1 y 2. La distancia entre ejes y elevaciones se deberán obtener de los respectivos planos arquitectónicos.

El producto de la excavación; aproximadamente $45,291.55 \text{ m}^3$ será utilizado como material para protección de terraplenes, como relleno y subrasante de las vías de acceso (SOP1, SOP2 y CA1) que serán habilitados para la construcción y operación del canal; así como para las obras de desvío de la PD1, el resto se colocará en un banco de tiro que tendrá que ser habilitado para ello y cumplir con toda la normatividad estatal en la materia.

Para la rehabilitación y construcción de los diversos componentes serán: Para cimentación corrida, cadenas de desplante y cualquier elemento de cimentación se empleará concreto con resistencia: $F'c=250\text{kg/cm}^2$. Para los elementos estructurales tales como losas de azotea, entepiso, cadenas de cerramientos, columnas y trabes se empleará un concreto con resistencia $F'c=200\text{kg/cm}^2$. Para elementos estructurales secundarios tales como castillos e incluso firmes para pisos se empleará un concreto de resistencia $F'c=150\text{kg/cm}^2$. Para la presa derivadora se empleará un concreto con resistencia $F'c=350\text{kg/cm}^2$ Para el acero de refuerzo para el concreto será varilla corrugada con esfuerzo de fluencia $Fy=4200\text{kg/cm}^2$. El acero de refuerzo para la malla electro-soldada será con esfuerzo de fluencia $Fy=5000\text{kg/cm}^2$. Para la barda periférica se emplearán zapatas donde se desplantarán los muros.

Presa derivadora: Con el objeto de contar con una zona seca antes y después del sitio de la cortina la construcción de la obra de la presa derivadora deberá

realizarse durante la temporada de sequía, donde el Río lleva un tirante de agua no mayor a 1.00 metro. El agua remanente será desviada con una ataguía de tierra con pared de madera en contacto con el agua; de igual forma se colocará una contra ataguía.

Se preparará el nivel de desplante retirando del lecho del río haciendo un retiro de material (sedimentos y material pétreo suelto) hasta una profundidad de 1.00 metro, el volumen de excavación previsto será de 20 m³, el cual será retirado mediante camiones de volteo que se moverán mediante el CA1n, el cual se tendrá que generar. Los productos de la excavación serán transportados mediante los camiones de volteo y hasta el banco de tiro.

Revestimientos en SOP1, TC1, SOP2, TC2: El revestimiento de estas zonas será mediante losas de concreto premezclado de 15 cm. de espesor, reforzada con una malla de acero calibre No.4 de 25 x 25 cm. de sección. Los agregados pétreos se extraerán del banco de materiales Río Garcés. La conformación de bordos se hará con el material producto de excavación en la construcción del canal.

La adecuación del canal 2 se realizará con el canal en seco. Para ello se cerrará la compuerta al inicio del canal y el agua será redireccionada mediante tubería en secciones de 1 km, de esta manera se evita cualquier tipo de interacción con el agua.

El concreto empleado en los apartados antes mencionados será fabricado en la zona de proyecto (aledaño a CM1) con una pequeña planta de concreto premezclado móvil con capacidad de 6 metros cúbicos, cuya resistencia a la compresión será de 350 kg/cm² y se empleará para la fabricación del cemento los agregados pétreos del banco de materiales Río Garcés. El tamaño máximo del agregado para la elaboración de los concretos será de ¾ de pulgada.

TF1 y TF2: Implica la sustitución de la tubería a presión existente de fierro fundido por tubería nueva respetando el trazo actual en la TF1, mientras que la TF2 requerirá un nuevo trazo. Estará fabricada de acero estructural ASTM A 572 Grado 50 soldable y de baja aleación, aleado con Niobio y Vanadio como afinadores de

grano con un diámetro interior de 24" (61 cm); que es igual al existente, se sujetará con apoyos de concreto reforzado y atraques en los cambios de dirección bruscos. Tendrá un recubrimiento a base de pintura epóxica para evitar su deterioro y corrosión.

La sección subterránea de la TF2 se alojará en una zanja de 1.80 x 1.20, donde se extraerá un volumen de 3,880 m³. El material de la tubería será igual al de la TF1.

CM1 y CM2: La instalación de drenajes para la CM2: la pendiente mínima de las tuberías de drenaje será del 2% y la del piso hacia los recolectores será del 1%; la descarga de residuales será a la red municipal, mientras que para la CM1 se conectarán directamente a la fosa séptica debido a que no existe red de aguas residuales en la zona.

Edificios: Las edificaciones que albergarán las casas de máquinas contarán con cimentación, estructura de obra negra, instalaciones hidrosanitarias, instalación eléctrica de alumbrado, cancelería y acabados de interés medio.

Losa. La losa estará formada por vigueta y bovedilla (PREMEX ó similar), de resistencia a una sobrecarga de 1,000kg/m², de peralte 15 cm más 4.0 cm de espesor de capa de compresión, haciendo un total de 19 cm. Las viguetas (del tipo 2 "V-1") se apoyarán sobre los muros de carga. Se colocará una malla electro soldada 66-88.

Estructura. Estará basada en muros de carga de block hueco reforzados interiormente, aplica para muros y barda. Serán del tipo confinados por trabes de concreto reforzado de 15x50cm armadas con 4 var. # 5 más 2 var. # 3 y estribos del # 2 @ 20 cm para la trabe "T-1", así como castillos de concreto reforzado de 15x15 cm y 15x45 cm.

Cimentación. La cimentación se resolvió a través de losa de cimentación de concreto reforzado de resistencia $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ con un peralte de 10 cm, armada con varillas corridas del No. 3 @ 20 cm en ambos sentidos, en lecho superior y

bastones del No, 3 @ 25 cm, en lecho inferior. La contratrabe será de 20x60 cm armada con 4 varillas No. 4 más 2 varillas No. 3, con estribos del No. 2 @ 20 cm.

Se construirá una cisterna de 24 m³, con una profundidad máxima de 2.00 metros, para lo que se construirá una losa de cimentación de concreto armado con 15 cm de peralte, armada con varilla. Posteriormente se realizarán dalas de desplante y muros de tabique de barro rojo recocido de 21 cm de espesor con acabado común. Se construirá una losa tapa de concreto armado de 12 cm de peralte armada con varilla de $f_y=4200$ kg/cm².

Protección perimetral: El TC2 deberá considerar el cercado perimetral del tanque, esto debido a la cercanía con la zona urbana, la cual prácticamente colinda con él. La finalidad es evitar la incursión de personas al tanque para un uso recreativo, principalmente nadar, de esta manera se previene la ocurrencia de accidentes que pudieran tener fatales consecuencias. Se circulará con malla ciclónica galvanizada de triple nudo con altura de 2.50 m. de altura, de abertura, calibre y posterío de acero; todo estándar, y con terminación simple.

La CM2 contará con barda perimetral de 3.00 m. de alto mínimo para fines de delimitar, resguardar, proteger la entrada de fauna de la región. El diseño estará en función de la topografía, condiciones del terreno y será acorde al entorno arquitectónico de donde se desplanta. Deberá tener un ancho mínimo de 14 cm. y coronada con sistemas modulares de acero con puntas punzocortantes de alta calidad.

Líneas de transmisión: Para la línea de transmisión 1 no se contempla afectación de la vegetación debido a que corre en paralelo al SOP2 y con una altura de 12 a 13 metros, separados entre sí por una distancia que podrá variar dependiendo de la orografía del terreno; serán hincados a una profundidad de 1.5 metros aproximadamente, rellenándose la excavación con material similar. Los postes serán de las mismas características que los existentes actualmente en los alrededores del municipio.

Cada poste se acondicionará con un circuito aislado a 69 Kv utilizando una cruceta tipo T S 3 G (Tipo T cruceta sencilla, tres fases, con neutro como hilo de guarda). El

cable conductor de la energía será tipo 266 ACSR, el hilo de guarda será cable AG de un calibre inferior al de fase. Se utilizarán aisladores para 69 Kv tipo HSLC (hule silicón) así como corta fusible SIC.

El trazo de la Línea de alta tensión busca aprovechar terrenos de propiedad federal y estatal, como lo son vías de comunicación, ríos y arroyos; de tal manera que las afectaciones en propiedad privada, ejidal y/o comunal sean lo menor posible.

Para el caso de áreas agrícolas, la trayectoria de la línea de transmisión solo ocupará la superficie requerida para la base de estructuras, no aplicará la brecha de maniobras y patrullaje, además de que se aprovecharán las vías de acceso ya existentes para evitar la apertura de caminos.

Las torres propuestas serán de acero auto soportadas ocupan una superficie de 5.75 x 5.75 m, lo que equivale a 33.06 m², superficie en la que no se permite el desarrollo de vegetación arbórea. El trazado de las líneas será de preferencia rectilíneo, en zonas libres de obstáculos y se preocupará que la vigilancia y mantenimiento de ellas quede asegurada por la facilidad de acceso a sus distintos puntos.

Las líneas de transmisión se realizarán de acuerdo con las normas y especificaciones de la CFE para este tipo de instalaciones y estará sujeto a las verificaciones y pruebas exigidas por la CFE a través de un Laboratorio de Pruebas debidamente acreditado.

Para el servicio sanitario durante la construcción se dispondrá de letrinas portátiles (una para cada 20 o 25 trabajadores). La disposición final de los residuos sanitarios que se generen será responsabilidad de la empresa contratada para ello, la cual debe contar con todos los permisos pertinentes.

El consumo de combustible por parte de los vehículos durante la preparación y construcción será suministrado en la estación de servicio más cercana, evitándose el almacenamiento en el sitio del proyecto.

2.2.4.2. Maquinaria, equipo e insumos requeridos

El equipo que se empleará durante esta etapa estará conformado en su mayoría por elementos de tipo mecánico considerados habituales, los cuales se estimaron para todas

las partidas, siendo las cantidades mínimas las que se consideran y que pudieran variar de acuerdo a la necesidad y disponibilidad del proyecto, tabla 2-11.

Tabla 2.11 Relación de maquinaria y equipo a emplear en la construcción

MAQUINARIA	CANTIDAD	TIEMPOEMP LEADO	HORAS DIARIAS	TIPO DE COMBUSTIBLE
Retroexcavadora de oruga	2	44 meses	8	Diésel
Trascabo	1	44 meses	8	Diésel
Camión pipa de 10,000L	4	44 meses	8	Diésel
Planta de concreto premezclado de 6 m ³	2	44 meses	8	Diésel
Vibrador para colar concreto	4	44 meses	8	Diésel
Camión de volteo	14	44 meses	8	Diésel

2.2.4.3. Materiales e insumos

Los materiales e insumos a emplear en esta etapa que pudieran incidir en la transformación del sistema ambiental actual son los siguientes:

Agua.	Polvo de piedra.
Cemento.	Cal.
Arena.	Malla.
Grava.	Block de construcción.
Piedra.	Acero.
Varillas de acero.	

2.2.4.4. Personal requerido

Tabla 2-12 Relación de trabajadores

PARTIDA	NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO DE EMPLEO	TURNOS	AREA DE TRABAJO
Obra civil y pavimentos	110	44 meses	1	Obra

2.2.4.5. Generación de residuos y emisiones a la atmósfera

Una de las emisiones que se generarán a la atmósfera con motivo de la construcción a realizar en esta etapa será generada por los equipos y maquinaria de combustión interna, los cuales aportan partículas suspendidas y gases como monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Adicionalmente se generarán polvos y material particulado, generados por el movimiento de material pétreo.

Respecto a los residuos sólidos no peligrosos que se generarán durante ésta etapa, se han estimado entre 0.5 a 0.750 Kg diarios/trabajador de tipo doméstico como papel, cartón, vidrio, plástico y materia orgánica producto del consumo de alimentos por parte de los trabajadores, los cuales serán recolectados por el servicio concesionado de limpia que opera en la zona.

Los residuos de construcción generados, aunque de forma poco significativa, estarán conformados por sacos vacíos de cemento, trozos de madera, pedacería de alambón, varilla y clavos. Algunos de estos podrán ser reutilizados y/o reciclados. Se generarán en pequeña escala residuos como: grasas, solventes, trapos, envases de pinturas, tintes o barnices, mismos que se dispondrán temporalmente en tambos de 200 litros y entregarán a una empresa recolectora autorizada para su correcta disposición final conforme la normatividad federal.

Los materiales pétreos necesarios para la urbanización y construcción del parador serán abastecidos de los bancos de materiales más cercanos al sitio del proyecto, en este caso el banco San Gabriel, el cual deberá contar con la autorización correspondiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca, por lo cual no será necesario la apertura de nuevos bancos de material, ni de caminos para acceder al predio.

Será necesario la apertura de un banco de tiro, el cual se tendrá que registrar y dar de alta conforme los lineamientos y normatividad existente en la materia.

2.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

Una vez concluida la etapa de construcción se iniciará la operación de la misma, la cual se tiene contemplada a partir del décimo bimestre del programa de trabajo. En esta etapa se

tiene previsto a los operadores y trabajadores que darán mantenimiento a toda la infraestructura. Las brigadas serán capacitadas debidamente para guardar las medidas de seguridad en las diferentes áreas de trabajo.

En esta etapa se desarrollará un programa general de operación y mantenimiento en el cual se definirán las acciones necesarias para la conservación y el mantenimiento de las obras del proyecto y obras adicionales, mismo que considerará los resultados derivados del presente estudio para la prevención, mitigación y recuperación ambiental.

2.2.5.1. Obras y actividades principales

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollarán para conservar en condiciones normales de operación los equipos e instalaciones y reducir así la probabilidad de accidentes o problemas de operación de la minihidráulica. El proyecto ha considerado e integrado todas las especificaciones establecidas desde su planeación para este tipo de servicios. Así, las líneas de transmisión, subestación eléctrica y cuadro de interconexión cumplen con las normas de CFE, la presa derivadora se diseñó acorde a lo establecido por CONAGU y cuidando de mantener el caudal ecológico, así como demás normatividad relacionada, la cual se desagrega en el capítulo 3 del presente estudio.

Por otro lado, el programa de mantenimiento está integrado por el componente de manteniendo preventivo y el de mantenimiento correctivo. En este programa se integran todas las actividades que se desarrollan en este tipo de e instalaciones, que permita mantenerla en condiciones normales de operación, tanto de equipos como de instalaciones, el programa considerará los manuales de mantenimiento de cada equipo o, en su caso, las indicaciones de los fabricantes. La descripción de los componentes del programa es:

Mantenimiento preventivo. Son las actividades que se desarrollan para detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto, antes de que falle algún equipo o instalación, sin interrumpir su operación. Se basará en los períodos de operación y vida útil de la maquinaria y equipo, según sea indicado por los proveedores. Para las actividades de mantenimiento mayor se contratará a personal externo especializado principalmente enviado por el o los proveedores originales del equipo y maquinaria. La participación de este personal estará limitada a las actividades específicas de revisión o reparaciones que se deban realizar en el sitio. Para reparaciones mayores, estas se llevarán a cabo en los

talleres de los proveedores que están ubicados en localidades externas al sitio del proyecto.

La programación del mantenimiento de rutina y de mantenimiento mayor se basará en los períodos de operación y vida útil de la maquinaria y equipo, según sea indicado por los proveedores. Esto con la finalidad de asegurar la óptima operación y funcionamiento de las instalaciones.

No se utilizará fuego y/o productos químicos en la preparación y mantenimiento de los derechos de vía, la limpieza se realizará manualmente. No se utilizarán plaguicidas ni herbicidas de ningún tipo.

Mantenimiento correctivo. Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación de acuerdo al programa de mantenimiento de cada equipo, o por reparación o sustitución de los mismos por fallo repentino; en este caso se interrumpe su operación. Por seguridad y para evitar riesgos, toda reparación se deberá realizar por personal capacitado, o por empresas especializadas, utilizando las herramientas y refacciones adecuadas que garanticen atender correctamente y a tiempo cualquier eventualidad. Las reparaciones mayores se llevarán a cabo en los talleres de los proveedores que están ubicados en localidades externas al sitio del proyecto.

Para la correcta aplicación y seguimiento del programa de mantenimiento, es obligatorio para todas las estaciones de servicio elaborar una “bitácora”. En la bitácora se registrarán por escrito, de forma continua, pormenorizada y por fechas, todas las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como las de la propia operación de la estación de servicio.

La bitácora, así como la forma de registro, se establecen de acuerdo a las características particulares de cada estación de servicio; pero este útil elemento de control deberá contener por lo menos los siguientes elementos de información:

1. Número y nombre de la estación de servicio.
2. Domicilio.
3. Número de bitácora.
4. Personas autorizadas para registrar en la bitácora.
5. Hojas no desprendibles y foliadas.
6. En todos los registros se utilizará tinta permanente.

7. Firma autógrafa de la o las personas que realizaron los registros.

Los registros en la bitácora deberán ser claros, precisos, sin omisiones ni tachaduras y, en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar la hoja, sin borrar ni tachar el registro que se corrige. La bitácora deberá permanecer en todo momento en la estación de servicio, en un lugar de fácil acceso a toda persona autorizada.

2.2.5.2. Personal requerido

Tabla 2-13 Personal requerido para la etapa de Operación y Mantenimiento

PARTIDA	NÚMERO DE TRABAJADORES	TURNO
Operadores	6	3
Mantenimiento canales y tubería	12	1

2.2.5.3. Generación de residuos y emisiones a la atmósfera

Durante la operación del proyecto se generarán emisiones a la atmósfera de gases derivados de la combustión interna de los automotores que ingresen para el mantenimiento preventivo o extraer el equipo para darle mantenimiento correctivo, quedando su regulación a cargo del Gobierno Estatal mediante la aplicación de programas como el de verificación vehicular y el de monitoreo a vehículos ostensiblemente contaminantes.

Así mismo, no se generarán aceites usados o materiales impregnados con los mismos derivados del mantenimiento correctivo, ya que éste se realizará en talleres especializados, en caso de generarse algún tipo de residuos de este tipo se almacenarán en tabos de 200 litros para ser debidamente manejados por una empresa especializada bajo y en cumplimiento a la normativa de Ley.

De acuerdo con los límites establecidos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de contaminación generada por la emisión de ruido, este aspecto no será significativo durante la operación del proyecto, toda vez que la tecnología empleada permitirá que los niveles de ruido estimados no rebasaran los 60 decibeles, lo cual se considera como soportable o tolerable. De manera excepcional. Podrán darse casos en que fuentes externas emitan ruido, tales como camiones o reparaciones de mantenimiento correctivo que pudieran llegar a presentarse de manera fortuita.

2.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto

El mantenimiento de los canales implica el retiro de sedimentos, los cuales se deberán canalizar a un banco de tiro en caso de que éstos no puedan ser empleados como abono en las reforestaciones de la comunidad. Actualmente no existe un banco de tiro en el Municipio, por lo que el proyecto propone la creación de un banco de tiro en un sitio que no está configurado para ello, por lo cual se deberá tramitar los permisos y licencias para su correcto funcionamiento.

El espacio que se pretende sea destinado para depósito de sedimentos ubicado en la zona del Valle de Etla, este banco deberá cumplir con toda la normatividad y regulación estatal en la materia para poder operar.

Para la ejecución del proyecto se establecerá una plataforma a de terracería a un costado de la CM1 para albergar a la fábrica de cemento, bodega, oficina temporal entre otras, aclarando que estas áreas se localizarán fuera de las zonas federales correspondientes al cauce del río. La ubicación precisa de los sitios será determinada en etapas posteriores del proyecto tomando en consideración en todo momento los criterios ambientales aplicables que permitan evitar afectaciones significativas sobre el ambiente.

2.2.7. Etapa de abandono de sitio

El proyecto se considera un bien duradero, por lo que no se plantea alguna acción para caso de abandono; por ello una vez finalizada la etapa de construcción se retirará toda la maquinaria y equipo del sitio, realizando una limpieza de los residuos que permanezcan en el mismo, forestando las áreas verdes conforme lo establecido en la presente manifestación.

2.2.8. Utilización de explosivos

No se contempla el uso de algún tipo de explosivos debido a que la geología del sitio presenta roca de carácter superficial, por lo cual la construcción requerirá del uso de maquinaria de construcción, tal como retroexcavadoras, etc.

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

Como parte de las políticas y especificaciones del proyecto se contará con un sistema de administración ambiental documentado para asegurar el adecuado manejo de todos los aspectos ambientales del proyecto. De esta manera, se planeará y autorizará la asignación de los recursos necesarios, tanto humanos, materiales y económicos, enfocados al cumplimiento legal y la protección ambiental del sitio del proyecto como de sus alrededores inmediatos.

Residuos de sólidos urbanos: Con información de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se cuenta con una estimación de los residuos sólidos urbanos que se generan por persona de acuerdo a la Zona Geográfica del País. Para el proyecto que nos ocupa se tomará como referencia la generación per cápita de la Zona Sur c, que corresponde a 0.77 kilogramos por habitante por día.

Tabla 2-14 Estimación de la generación de residuos sólidos per cápita

Zona geográfica	Año/generación per cápita			
	2009	2010	2011	2012
Promedio nacional	0.98	0.98	0.99	0.99
Centro a	0.95	0.95	0.96	1.05
Distrito Federal	1.48	1.5	1.51	1.52
Norte b	0.86	0.87	0.87	0.87
Sur c	0.75	0.76	0.76	0.77
Frontera Norte d	1.08	1.08	1.09	1.1
Nota: Las cifras para el Distrito Federal la fuente las reporta por separado debido a sus características particulares de concentración de población y gran generación de basura.				
Los promedios se obtienen con el número de la población entre el total de residuos sólidos urbanos que se generan por zona geográfica.				
Los cálculos de la generación para el año 2004, se hicieron con estricto apego a las proyecciones de población de CONAPO, que resultaron ser ligeramente superiores a los datos de población que se manejaron por la SEDESOL; razón por la que se podrá observar un ligero incremento más allá de las tendencias que se venían observando del 2000 al 2003.				
Zona a) Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz de Ignacio de la Llave.				
Zona b) Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Durango, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.				
Zona c) Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca , Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.				
Zona d) Incluye los municipios de Baja California, Coahuila de Zaragoza, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas, que están dentro de la franja de 100 km, (a partir del 2005 se extiende a 300 Km), al Sur del límite internacional con los Estados Unidos de América.				
Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en				

Zonas Urbano-Marginadas. Abril 2013 en SEMARNAT. SNIARN. Base de datos estadísticos, Módulo de consulta temática, Dimensión ambiental, 2012. www.semarnat.gob.mx. (Consulta: 21 de febrero de 2017). Fecha de actualización: Lunes 21 de mayo de 2012

Derivado de la ejecución del proyecto, se generarán por la estancia de los trabajadores, residuos de cartón, orgánicos, latas, plásticos, vidrio y papel, entre otros residuos urbanos. Considerando la estimación de generación per cápita, así como el número de personas que laborarán en cada una de las etapas de preparación del sitio y construcción, y la duración de la jornada laboral (8 horas), se generará una cantidad aproximada de 99.5 toneladas de residuos sólidos urbanos que serán enviados para su disposición final en el relleno sanitario más cercano.

Para el caso de la operación de la infraestructura se ha estimado que se encontrarán permanentemente un máximo de 6 personas por turno, por lo que se tendrá una generación estimada de residuos sólidos urbanos de 8.8 kilogramos al día. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados por empresas autorizadas al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario que da servicio a la Ciudad de Oaxaca, lo anterior obedece a que la CM2 se localiza en la parte del municipio que se considera dentro de la zona conurbada de Oaxaca.

Residuos de manejo especial: Durante las etapas de preparación de la obra, se generarán residuos producto del desmonte, despalle y excavación de 45,291.55 m³ (residuos vegetales y suelos). En el caso de residuos vegetales se obsequiarán para su uso en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos), otra parte se empleará en la construcción de ataguías para la PD1 y el resto será almacenado en el banco de tiro autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. Cabe mencionar que parte de los residuos derivados de cortes se utilizarán para la construcción de terraplenes.

La obra además generará residuos con materiales producto de la construcción, como lo son escombros, restos de varilla, metales y concretos entre otros, estimándose para el proyecto una generación equivalente al 5% del volumen de obra civil a ejecutar. Su disposición se realizará en sitios de tiro que autorice la Secretaría de Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable, y se registrará el correspondiente plan de manejo como generador de este tipo de residuos por parte de la empresa que ejecute el proyecto.

Residuos líquidos: Se generarán residuos líquidos en el empleo de agua en las etapas de preparación del sitio y construcción. Esta será utilizada en tres conceptos, el primero utilizado como agua potable para consumo humano (3 litro/día – humano promedio), y las requeridas para la higiene personal y limpieza (20 lt/día-trabajador).

Para el manejo de los residuos líquidos que se generarán como producto de los desechos humanos, serán instalados sanitarios portátiles (1 por cada 20 a 25 trabajadores), el mantenimiento diario correrá a cargo de una empresa contratada para dicho servicio.

En la etapa de operación, se ha estimado una generación máxima anual de 2.1 m³ de aguas residuales por el uso y empleo de los servicios sanitarios del personal que labore de planta en el proyecto; principalmente en casa de máquinas 2, la cual estará conectada a la red sanitaria municipal. Las aguas residuales en la casa de máquinas 1 se estiman en el orden de 4.6 m³ anuales que se canalizarán a la fosa séptica de la misma. Cabe aclarar que la brigada será eventual a lo largo del año, por lo cual la capacidad del biodigestor no será rebasada.

Emisiones a la atmósfera: Una de las emisiones que se generarán a la atmósfera con motivo de la preparación y construcción del proyecto será generada por los equipos y maquinaria de combustión interna, los cuales emitirán partículas suspendidas y gases como monóxido de carbono, bióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Adicionalmente se generarán polvos y material particulado generados por el movimiento de material pétreo.

Es importante mencionar que el proyecto se realizará a cielo abierto, por lo que las condiciones atmosféricas permitirán a las emisiones no sufrir una congestión, ni una acumulación de los contaminantes.

Respecto a emisiones a la atmósfera, éstas se prevén principalmente en la etapa de construcción debido a algunas unidades de transporte de materiales que circularán en el sitio. Durante la operación se generarán emisiones a la atmósfera de gases derivados de la combustión de combustibles utilizados en los vehículos automotores que circulen por los senderos operativos, quedando su regulación a cargo del Gobierno Estatal mediante la aplicación de programas como el de Verificación Vehicular. El volumen estimado de

combustible diésel para todas las etapas del proyecto es de 16,768 litros y 1,152 de gasolina.

2.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Con base en la identificación, clasificación y cuantificación estimada de los residuos que se prevé generar durante las diferentes actividades del proyecto se ha contemplado la infraestructura necesaria para su acopio y almacenamiento temporal; cumpliendo con los requerimientos legales aplicables desde su selección. Asimismo, el personal encargado estará debidamente capacitado. Es de reiterarse que, independientemente de las mínimas cantidades que se generarán de residuos y la baja frecuencia de generación, el área de acopio de residuos no peligrosos y almacenamiento de residuos peligrosos cumplirán con los requerimientos normativos ambientales aplicables para el control de residuos y la prevención de la contaminación.

Con base en el Sistema de Gestión Ambiental del Proyecto, los residuos no peligrosos, tales como papel, cartón y/o plástico, serán separados de acuerdo con su potencial para ser reciclados o reutilizados. La entrega de los residuos reciclables a empresas autorizadas será controlada mediante registros que documenten las cantidades, tipo de reciclaje y uso final de tales residuos.

Los residuos peligrosos serán almacenados temporalmente en un almacén debidamente ubicado, identificado, iluminado y ventilado. Contará con diques de contención necesarios, sistemas de control de escurrimientos, áreas designadas para cada residuo con base en su incompatibilidad, y se utilizarán contenedores debidamente etiquetados. Asimismo, se contará con bitácoras de control en donde se registrará el tipo de residuos generados y las cantidades que entren y salgan de dicho almacén.

Respecto al transporte de residuos, se contratará a empresas transportistas con unidades debidamente verificadas, identificadas y autorizadas por las autoridades competentes, según transporten residuos peligrosos o no peligrosos.

Para la disposición final de residuos y en cumplimiento con la legislación aplicable, se considerará la infraestructura existente de servicios públicos y privados autorizados y controlados por las autoridades competentes, por lo que se contratarán empresas con

sitios autorizados para la disposición final de residuos peligrosos y empresas o rellenos sanitarios municipales para la disposición de residuos no peligrosos.

En general se tendrá un control documentado del manejo y disposición de todos los residuos, y en particular para los residuos peligrosos que se llegasen a generar, se asegurará el control de los documentos legales como son los manifiestos de generación, manifiestos de transporte entrega y recepción, reportes semestrales, bitácoras, etc.



Capítulo III

Vinculación con los ordenamientos
jurídicos aplicables en materia
ambiental y en su caso, con la
regulación del uso del suelo

Contenido

3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación del uso del suelo.....	61
3.1 Vinculación con planes y programas sectoriales.....	62
3.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	62
3.1.2 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca	64
3.1.3 Programa Nacional Hídrico	64
3.1.4. Programa Sectorial De Energía	65
3.1.5. Reforma Energética.....	66
3.2 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio.....	66
3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	66
3.2.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y Locales	72
3.3 <i>Programas de Desarrollo Urbano</i>	79
3.5 Áreas Naturales Protegidas.....	85
3.6 Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los tres niveles de gobierno ..	87
3.6.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	87
3.6.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	88
3.6.4 Normas Oficiales Mexicanas.....	89

3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación del uso del suelo

En el presente capítulo se establecerá la congruencia del proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna con las disposiciones de los instrumentos normativos y de planeación vigentes en el área donde se desarrollará el mismo.

El proyecto se ubica en el Estado de Oaxaca, en el Municipio de San Agustín Etna, por lo que se emplearon fuentes de información de los ámbitos federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de intervención del proyecto, a fin de realizar el análisis jurídico correspondiente para asegurar que no existe interferencia o contraposición con planes y programas en materia ambiental y demás disposiciones que resulten aplicables.

Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes

San Agustín Etna es un municipio con menos del 5% de la población indígena, sin embargo se rigen por usos y costumbres en el contexto indígena, por lo tanto se deberá respetar lo establecido en el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, el cual reconoce las aspiraciones de esos pueblos a asumir el control de sus propias instituciones y formas de vida y de su desarrollo económico y a mantener y fortalecer sus identidades, lenguas y religiones, dentro del marco de los Estados en que viven, entre otras cosas.

El Artículo 15, fracción 1 del Convenio 169 establece que “Los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse especialmente. Estos derechos comprenden el derecho de esos pueblos a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos”.

Para la realización del proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna se cuenta con la anuencia de la comunidad, con lo que se da cumplimiento a la disposición descrita (se anexa documento).

3.1 Vinculación con planes y programas sectoriales

3.1.1 *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*

El artículo 26, inciso A de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece lo siguiente:

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

Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática, mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

En cumplimiento del artículo 26 el gobierno federal elaboró el Plan Nacional de Desarrollo

2013-2018 (PND), que establece como objetivo general *Llevar a México a su máximo potencial*. El PND se compone de cinco metas nacionales:

- I. México en Paz
- II. México Incluyente
- III. México con Educación de Calidad
- IV. México Próspero y
- V. México con Responsabilidad Global

La Meta IV. Un México Próspero, refiere que se promoverá el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Esta

meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

El PND refiere que en el año de 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética. En este contexto, tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética. A pesar del potencial y rápido crecimiento en el uso de este tipo de energías, en el presente, su aportación al suministro energético nacional es apenas el 2% del total.

Se plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia lo que implica aumentar la capacidad del Estado para asegurar la provisión de petróleo crudo, gas natural y gasolinas que demanda el país; fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas; además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el sector energético.

El PND, en su capítulo IV México Próspero establece los siguientes objetivos, estrategias y líneas de acción vinculadas con el proyecto que nos ocupa.

El objetivo 4.4. *Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.*

Estrategia 4.4.3. *Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia la economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.*

Línea de acción. *Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.*

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

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

Líneas de acción

- Impulsar la reducción de costos en la generación de energía eléctrica para que disminuyan las tarifas que pagan las empresas y las familias mexicanas.
- Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazos.
- Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, el proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna, es congruente con las estrategias del PND, ya que contribuirá de manera directa a las líneas de acción propuestas en el mismo.

3.1.2 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca

El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2016-2022, se encuentra en elaboración, por lo que no se presenta la vinculación correspondiente.

3.1.3 Programa Nacional Hídrico

El Plan Nacional Hídrico refiere que actualmente el volumen concesionado para uso en plantas hidroeléctricas ascendió a 166,014 millones de metros cúbicos. La generación hidroeléctrica utiliza poco más del doble del volumen extraído para el conjunto de usos consuntivos. En 2011, de acuerdo a la Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2016 de la Secretaría de Energía, el 13.8 % de la energía eléctrica se generó en grandes centrales hidroeléctricas. Existe un potencial importante, aún por evaluar, para generación de energía mediante hidroeléctricas de pequeña escala, con capacidad de producción que no excedan los 30 mega watts.

Dentro de sus objetivos, estrategias y líneas de acción el plan nacional hídrico contempla el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico en zonas con disponibilidad, como se

puede apreciar en la a continuación.

Objetivo 5. Asegurar el agua para el riego agrícola, **energía**, industrial, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.

Estrategia 5.2 Utilizar sustentablemente el agua para impulsar el desarrollo en zonas con disponibilidad:

Línea de acción 5.2.3 Impulsar el desarrollo del potencial hidroeléctrico en zonas con disponibilidad.

Conforme a la línea de acción 5.2.3. Se aprovechará el potencial para el desarrollo de la generación hidroeléctrica en las cuencas hidrológicas con disponibilidad. También se promoverá la generación de energía hidroeléctrica en las presas y canales de los distritos de riego con tecnología apropiada para la pequeña producción o escala (micro generación). Se apoyará una programación conjunta del desarrollo hidroeléctrico, así como la determinación de políticas de operación que faciliten el uso múltiple del agua en las cuencas hidrológicas. Se impulsarán proyectos eléctricos que sean amigables con el medio ambiente y respetuosos del entorno sociocultural de las regiones.

Con el proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna, se cumplirá con lo antes descrito, ya que se aprovechará el potencial que se presenta en el área, respetando las condiciones ambientales presentes y vigilando el cumplimiento de la normatividad en la materia.

3.1.4. Programa Sectorial De Energía

El Programa sectorial de energía propone como uno de sus objetivos *Ampliar la utilización de energías limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.*

Para ello, propone la **Estrategia 5.1** Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad, con las siguientes líneas de acción:

Línea de acción 5.1.1 Promover las condiciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos y geotérmicos del país.

Línea de acción 5.1.4 Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas.

El proyecto hidroeléctrico San Agustín Etla producirá una energía limpia para abastecer a la región de energía eléctrica, por lo que se adapta perfectamente a los objetivos del programa sectorial de energía.

3.1.5. Reforma Energética

Con la reforma energética se impulsa el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente. Las nuevas leyes deberán definir el papel de participantes públicos y privados en temas como la eficiencia en el uso de energía y recursos naturales, la disminución en la generación de gases y compuestos de efecto invernadero, la disminución en la generación de residuos, emisiones y de la huella de carbono en todos sus procesos. En el sector eléctrico, se establecerán obligaciones para el uso de energías limpias, permitiendo que las metas de generación limpia se cumplan en tiempo y forma.

La reforma energética busca una serie de objetivos y premisas fundamentales para alcanzar la modernización del sector energético de nuestro país, entre los que se encuentran:

- Contar con un mayor abasto de energéticos a mejores precios.
- Impulsar el desarrollo con responsabilidad social y proteger el medio ambiente.

En apego a la reforma energética el proyecto hidroeléctrico San Agustín Etla permitirá contar con energía eléctrica a mejores precios y será respetuosa del manejo sustentable de los recursos naturales por tratarse de energía limpia que proveerá a los usuarios de la región.

3.2 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El artículo segundo del *Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, publicado el 13 de agosto de 2012, establece que ese programa será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la administración pública federal y las entidades paraestatales

en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

Por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

En el **POEGT** se propone un modelo de ordenación del territorio nacional, el cual está sustentado en una regionalización ecológica (definida por características físico-bióticas). Se identifican áreas de atención prioritaria y se asignan propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo productivo y de asentamientos humanos en el país. Cada región está acompañada de lineamientos, estrategias ecológicas y acciones.

El **POEGT** se constituye por **80 regiones ecológicas y 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)** las cuales son representadas a escala 1:2, 000,000; a cada una le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

La regionalización ecológica, identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial que tiene como fin indicar los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Así a cada UAB le son asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (**UGAs**) previstas en los programas ecológicos regionales y locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, las UAB se construyeron como unidades de análisis y de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas unidades y por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

De acuerdo con la Regionalización Ecológica del OEGT, el área del proyecto se ubica en la **Regiones Ecológicas 17.17 y 18.17**, en las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) **70 y 74** denominadas Sierras orientales de Oaxaca norte y Sierras y Valles de Oaxaca respectivamente (Figura 3-1).

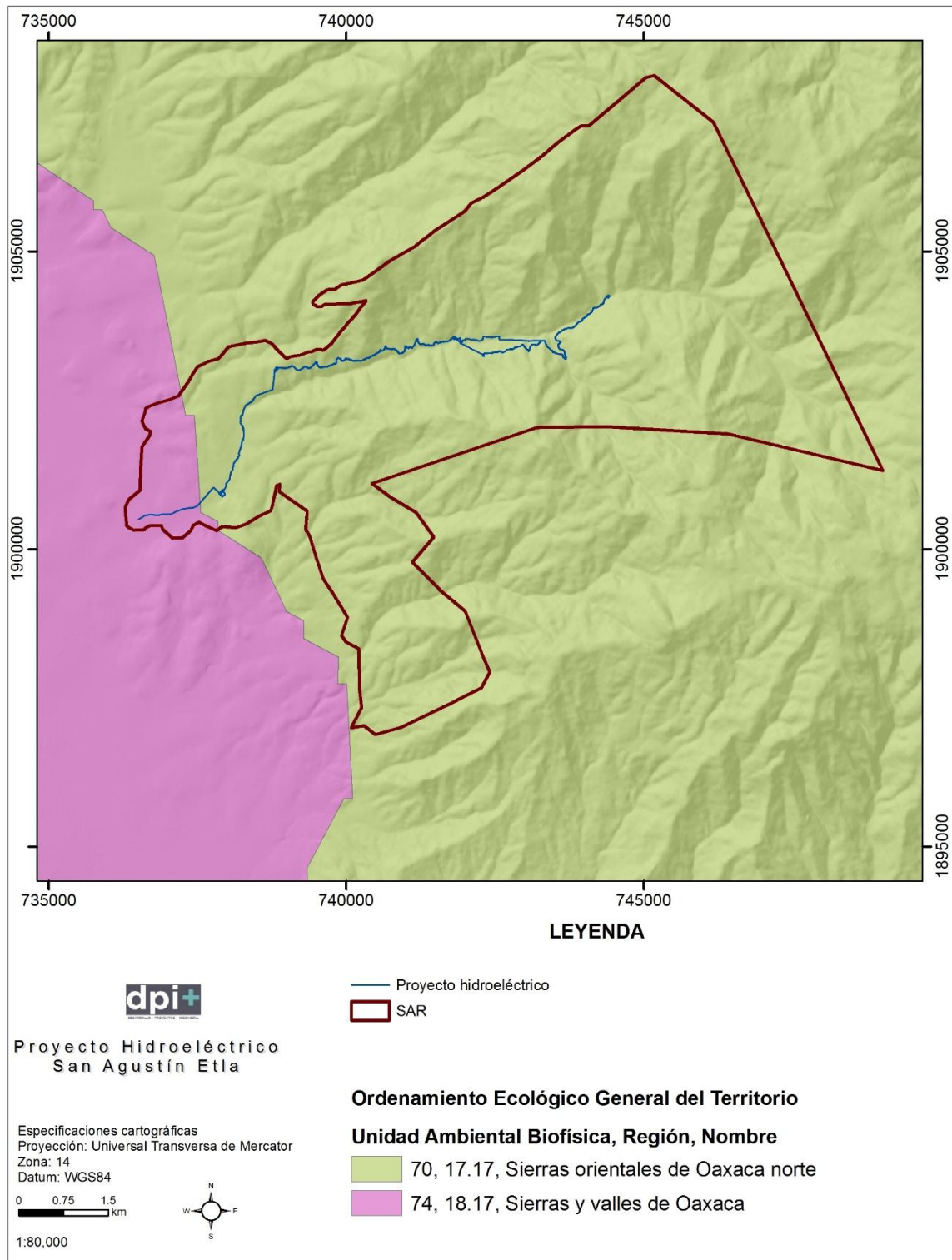


Figura 3-1 Ubicación del proyecto respecto al Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Las fichas que describen cada una de las regiones se presentan a continuación:

Tabla 3-1. Descripción de la Región ecológica 17.17, UAB 70

	<p>REGIÓN ECOLÓGICA: 17.17</p> <p>Unidad Ambiental Biofísica: 70. sierras Orientales de Oaxaca Norte</p>				
	<p>Localización: 70. Sierras orientales de Oaxaca Norte</p>				
	<p>Superficie en km2: 70. 11,077</p>	<p>Población por UAB: 70. 239,600</p>	<p>Población Indígena: 70. Chinanteca</p>		
<p>Estado actual del medio ambiente 2008:</p>	<p>70. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 59.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p>				
<p>Escenario al 2033:</p>		<p>70. Inestable a crítico</p>			
<p>Política Ambiental:</p>		<p>70. Restauración y Aprovechamiento Sustentable</p>			
<p>Prioridad de atención:</p>		<p>70. Media</p>			
<p>UAB</p>	<p>Rectores del desarrollo</p>	<p>Coadyuvantes del desarrollo</p>	<p>Asociados del desarrollo</p>	<p>Otros sectores de interés</p>	<p>Estrategias sectoriales</p>
<p>70</p>	<p>Forestal</p>	<p>Agricultura- Preservación de Flora y Fauna</p>	<p>Ganadería – Minería – Poblacional – Turismo</p>	<p>-</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44</p>
<p>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio</p>					
<p>B) Aprovechamiento sustentable</p>			<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 8. Valoración de los servicios ambientales</p>		
<p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</p>					
<p>A) Suelo Urbano y Vivienda</p>			<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>		

Tabla 3-2. Descripción de la Región ecológica 18.17, UAB 74

	REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17				
	Unidad Ambiental Biofísica: 74. Sierras y Valles de Oaxaca				
	Localización: 74. Región central de Oaxaca				
	Superficie en km2: 74. 8,311.4	Población por UAB: 74. 1,062,840	Población Indígena: 74. Costa y Sierra Sur de Oaxaca		
Estado actual del medio ambiente 2008:	<p>74. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 49.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p>				
Escenario al 2033:		74. Inestable a crítico			
Política Ambiental:		74. Restauración y aprovechamiento sustentable			
Prioridad de atención:		74. Muy Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
74	Forestal	Agricultura	Desarrollo social- Minería- Poblacional- Turismo	Ganadería Industria	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
B) Aprovechamiento sustentable			4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 8. Valoración de los servicios ambientales		

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
----------------------------	---

Aun cuando el programa de ordenamiento no menciona la producción hidroeléctrica en las UAB, el proyecto se puede vincular con las estrategias del Grupo I, dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, inciso B) Aprovechamiento sustentable; toda vez que promueve el uso de fuentes de energía limpia y renovable, sin menoscabo de los servicios ambientales de la zona.

Así mismo se vincula con las estrategias del Grupo II, dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, inciso A) suelo urbano y vivienda ya que contribuye a mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio, dotándolos de energía eléctrica.

Es por lo anterior que se considera que el proyecto es congruente con lo establecido en el OEGT.

3.2.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y Locales

El proyecto hidroeléctrico San Agustín Etlá se ubica en el centro oriente del Estado de Oaxaca, en el Municipio de San Agustín Etlá. De acuerdo con la información de los ámbitos federal, estatal y municipal, por la ubicación del proyecto existe un programa de ordenamiento ecológico regional vigente y que se refiere al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, cuya vinculación con el proyecto se presenta a continuación.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca

El Programa de ordenamiento Ecológico Regional del territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO), se encuentra vigente desde el 27 de febrero de 2016.

De conformidad con el Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio, el territorio estatal está compuesto por 55 Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGA).

El proyecto se localiza en las UGAs con número 004, 015 y 024 (Figura 3-2).

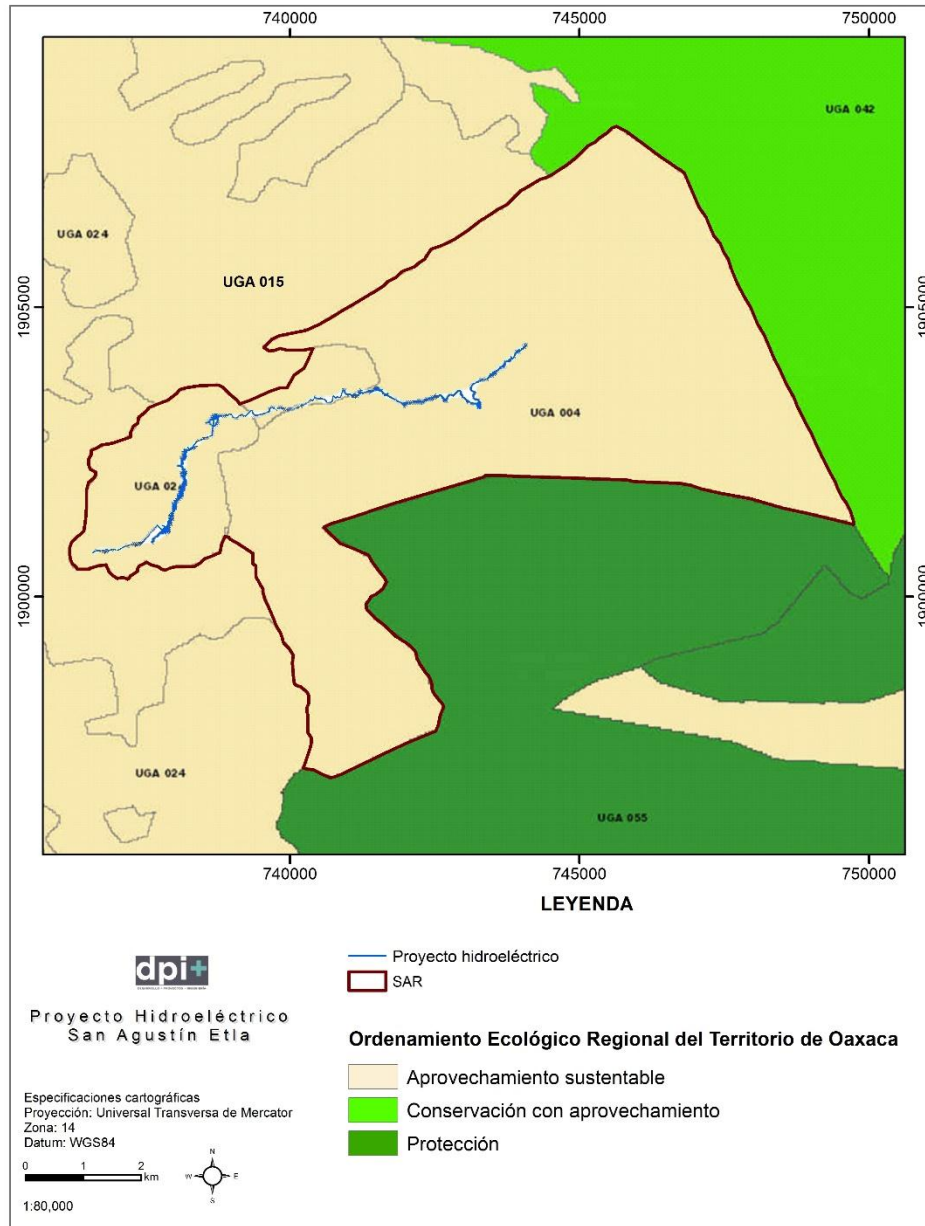


Figura 3-2 Ubicación del proyecto respecto al modelo de ordenamiento ecológico regional del estado de Oaxaca.

Cada una de las UGAs cuenta con una política ecológica asignada, así como el uso recomendado, uso condicionado, uso no recomendado, usos sin aptitud y los criterios de regulación ecológica (Tabla 3-2).

Tabla 3-2 Descripción de la UGAT del PEDUET aplicable al proyecto.

No. de UGA	Política Ecológica	Uso recomendado	Uso condicionado	Uso no recomendado	Sin aptitud	CRE
004	Aprovechamiento sustentable	S7 Forestal S3 Apícola	S9 Industria S10 Minería S9 (E) Industria Energías Alternativas	S6 Ecoturismo S11 Turismo	S2 Agrícola S1 Acuícola S4 Asentamiento humano S8	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-039, C-045, C-046, C-047, C-048
015	Aprovechamiento sustentable	S10 Minería S11 Turismo	S9 Industria S6 Ecoturismo S3 Apícola	-	S2 Agrícola S1 Acuícola S4 Asentamiento humano S7 Forestal S8 Ganadero S9 (E) Industria	C-013, C-014, C-015, C-017, C-029, C-031, C-032, C-033, C-034, C-035, C-036, C-045, C-046, C-048
024	Aprovechamiento sustentable	S4 Asentamiento humano	S2 Agrícola S1 Acuícola S9 Industria S8 Ganadero	S6 Ecoturismo S11 Turismo	S3 Apícola S7 Forestal S9 (E) Industria Energías Alternativas S10 Minería	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-043, C-044, C-045, C-046

Conforme a las disposiciones de los usos de suelo establecidos para las UGAs en las que se ubica el proyecto de hidroeléctrica, la Industria de energías alternativas es un uso condicionado en la UGA 004, mientras que en las UGAs 15 y 24 se considera que no presentan la aptitud para dicho uso, sin embargo, considerando que el sitio si presenta aptitud para la industria de energías alternativas, resulta pertinente establecer la vinculación del proyecto con cada uno de los criterios de regulación ecológica con los que se debe cumplir y que se presentan en la tabla 3-3.

Tabla 3-3. Descripción de los criterios de regulación ecológica y su vinculación con el proyecto.

Clave	Descripción	Vinculación con el proyecto
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de	La vegetación riparia será respetada con la realización del proyecto, ya que el proyecto respeta el trazo actual, aprovechando la

Clave	Descripción	Vinculación con el proyecto
	actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas	infraestructura existente. Además, el tramo donde se incidirá está fuera de la corriente del río, al igual que el camino.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación	El proyecto cuenta con una presa derivadora que al contar con una sección de cresta libre permitirá el libre cauce del volumen que será destinado al caudal ecológico que permitirá la preservación de la cuenca en el tramo donde se realizará la generación de energía.
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m	La vegetación riparia será respetada con la realización del proyecto, ya que el proyecto respeta el trazo actual, aprovechando la infraestructura existente. Además, el tramo donde se incidirá está fuera de la corriente del río, al igual que el camino.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes	No aplica al proyecto por no ubicarse en un sitio con estas características
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos	No es aplicable al proyecto ya que se refiere a las acciones que deben realizar las autoridades, sin embargo, es importante mencionar que el proyecto no realizará quemas como parte de las actividades propias del proyecto.
C-019	En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas	No aplica al proyecto ya que no pretende realizar actividad acuícola

Clave	Descripción	Vinculación con el proyecto
C-020	Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas	No aplica al proyecto ya que no pretende realizar actividad acuícola
C-023	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos	No aplica al proyecto ya que no corresponde al desarrollos habitacionales
C-024	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5 km en industrias con desechos peligrosos	No aplica al proyecto ya que no corresponde al desarrollos habitacionales
C-025	Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que en las localidades con población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el manejo de dichas aguas	No aplica al proyecto ya que se refiere al tratamiento de aguas residuales en asentamientos humanos. El proyecto contempla la instalación de una fosa séptica de 600 litros en la casa de máquinas 1
C-026	Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable.	No aplica al proyecto ya que se refiere al tratamiento de aguas residuales en asentamientos humanos. El proyecto contempla la instalación de una fosa séptica de 600 litros en la casa de máquinas 1
C-028	Se evitará el establecimiento de	No aplica al proyecto ya que no

Clave	Descripción	Vinculación con el proyecto
	asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos	pretende el establecimiento de asentamientos humanos
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica	Los materiales derivados de la obra serán depositados en un sitio autorizado
C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil	No aplica al proyecto ya que no se encuentra en alguna zona de alto riesgo determinadas en el ordenamiento ecológico
C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapa de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos	No aplica al proyecto ya que no pretende la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos, ni se encuentra en una zona de alto riesgo.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas de riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO)	El sitio donde se desarrollará el proyecto no está catalogado como zona de riesgo de inundación.
C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales,	No aplica al proyecto, ya que no pretende la ubicación de apiarios

Clave	Descripción	Vinculación con el proyecto
	entre otros.	
C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas de apiarios	
C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel	
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal	No aplica al proyecto debido a que no se realizará explotación de encinos para producción de carbón
C-043	Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua	No aplica al proyecto ya que no implica manejo de hatos de ganado
C-044	El uso de productos químicos para el control de plagas de ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua	
C-045	Se recomienda el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población	No aplica al proyecto ya que éste no generará desechos peligrosos
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las	El promovente del proyecto será responsable de vigilar que el

Clave	Descripción	Vinculación con el proyecto
	industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados	contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para evitar la contaminación de suelos y se apegará a las medidas de mitigación establecidas en este estudio.
C-047	Se deberá prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno	No aplica al proyecto ya que no se instalarán generadores eólicos
C-048	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas de política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá reemplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables	No aplica al proyecto ya que no pretende el aprovechamiento minero, ni el uso de explosivos

Como puede observarse, el proyecto no contraviene a las disposiciones de los criterios de regulación ecológica, por lo que se considera que el proyecto es congruente con el programa de ordenamiento ecológico.

3.3 Programas de Desarrollo Urbano

No existe programa de desarrollo urbano vigente para el municipio de San Agustín Etla.

3.4. Regionalización del territorio en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Las Áreas Prioritarias para la conservación delimitadas por la Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), contemplan una serie de regiones que por alta biodiversidad se requiere que se fortalezcan los esfuerzos de conservación en las mismas.

Conforme a dicha regionalización el proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna, se localiza en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Sierra Norte y la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe (figura 3-3).

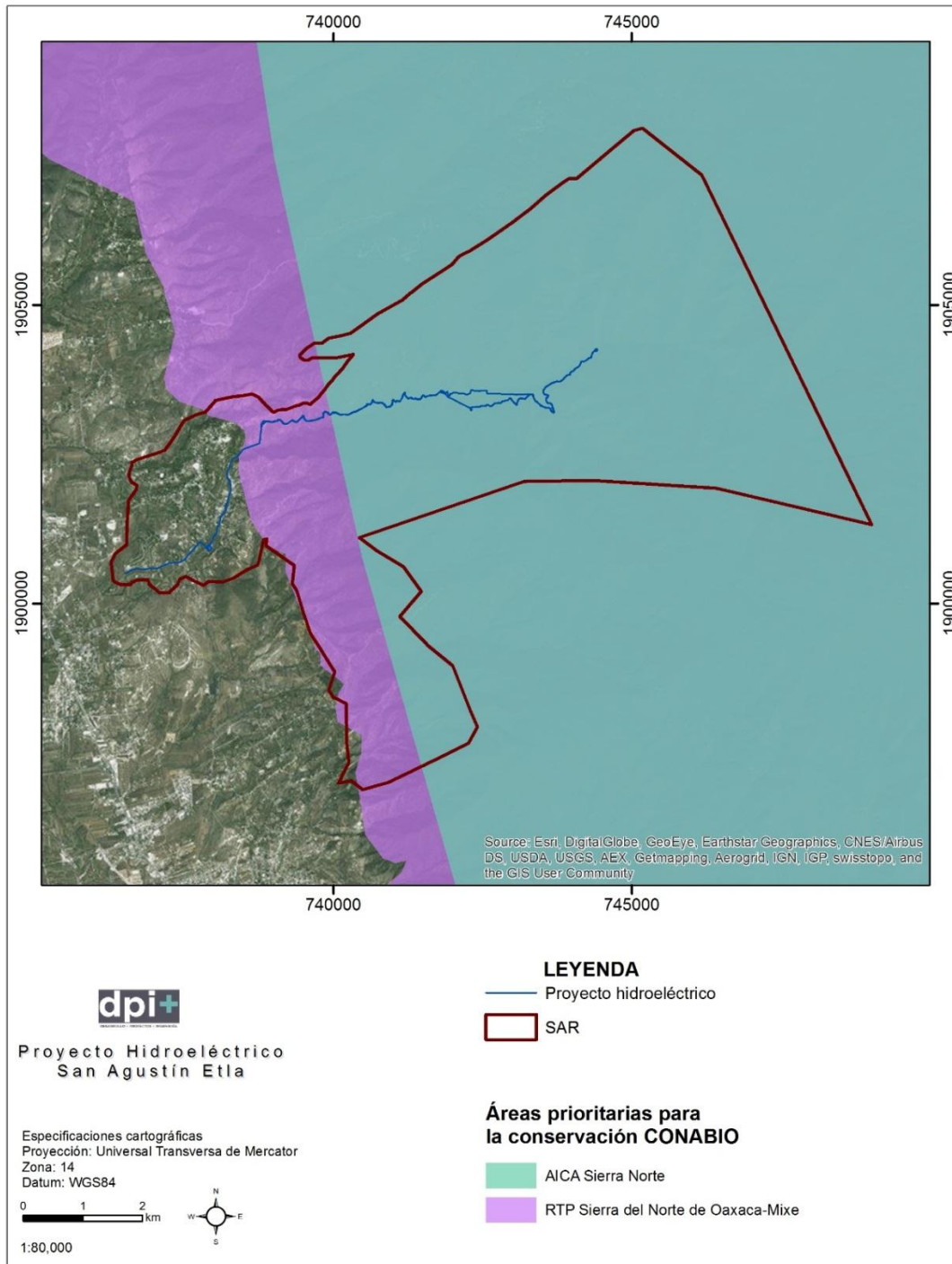


Figura 3-3. Ubicación del proyecto respecto a las áreas prioritarias para la conservación

Fuente: CONABIO

Tanto para el AICA como para la RTP existe una ficha que describe las condiciones de cada una de ellas (Tablas 3-4 y 3-5).

Tabla 3-4. Ficha descriptiva del AICA Sierra Norte

<p>Sierra Norte</p> <p>ESTADO: OAX EBAS: A11 RPCM: Sierra Norte de Oaxaca KEY AREA: MX 46</p> <p>SUPERFICIE: 1,423,558.16 PLAN DE MANEJO: No</p> <p>Rangos de Altitud de acuerdo con el SIG de CONABIO:</p> <p>Rango Superficie ha % #de pol desviación est</p> <p>0a200 94,563.71 6.64% 7 28,981.66</p> <p>200a500 239,759.03 16.84% 8 41,672.72</p> <p>500a1000 235,828.28 16.57% 20 32,678.50</p> <p>1000a1500 261,588.07 18.38% 11 51,453.51</p> <p>1500a2000 409,270.23 28.75% 12 45,451.34</p> <p>2000a2500 150,680.94 10.58% 7 25,430.27</p> <p>2500a3000 30,931.87 2.17% 7 2,531.76</p> <p>3000 a 3500 936.02 0.07% 1 0.00</p> <p>VEGETACIÓN RZEDOWSKI de acuerdo con el SIG de CONABIO:</p> <p>Rango Superficie ha % #de pol desviación est</p> <p>Bce 463,165.22 32.53% 2 324,545.43</p> <p>Bmm 415,619.48 29.19% 3 140,851.54</p> <p>Btc 201,520.09 14.15% 6 33,168.15</p> <p>Btp 343,408.18 24.12% 4 105,319.66</p> <p>TENENCIA DE LA TIERRA</p> <p>EJIDAL</p> <p>FEDERAL</p> <p>USO DE LA TIERRA Y COBERTURA</p> <p>FORESTAL Coníferas, latifoliadas, maderas preciosas.</p> <p>AREAS URBANAS Cabeceras municipales, poblados, rancherías.</p> <p>CONSERVACION Parque Nal. Benito Juárez.Reservas com. y ecot.</p> <p>INDUSTRIA Fábricas de papel, cervecería, minería.</p> <p>PESCA Cultivo de trucha, Pesca tradicional.</p> <p>OTRO Cacería tradicional.</p> <p>AGRICULTURA Cañizales, hulares, cafetales, vainilla, frutales.</p> <p>GANADERIA Extensiva.</p> <p>AMENAZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. GANADERIA 1. AGRICULTURA 2. EXPLOTACIÓN INADECUADA DE RECURSOS Tráfico y cacería furtiva 3. INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS 4. DEFORESTACIÓN Madera 5. DESARROLLO URBANO reubicación por construcción de presas 6. DESARROLLO INDUSTRIAL 7. OTRA Agroforestería <p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Es un sistema montañoso alto, escarpado, disectado por profundos cañones como los de los ríos Cajonos, Soyolapan y Sto. Domingo. Su altitud varía de 50 msnm al sur del distrito de Tuxtepec hasta 3700 msnm en el Cerro de Cempoaltepetl, en la zona Mixe. La mayoría de las pendientes superan los 45 grados, inclusive forman laderas de cañones como las de los ríos Cajonos y Sto. Domingo. Hacia los límites de la planicie costera del Golfo existen lomeríos con pendientes suaves a menos de 50 msnm. Limita al n-noreste con las llanuras de la planicie costera del Golfo, al sur con los Valles Centrales, al este con la Sierra Mixe y al oeste con los Valles Intermontanos de la región de la cañada. La temperatura media anual varía de 26 C entre los 50 y 150 msnm en la planicie costera del Golfo hasta 9 C a 3150 msnm, siendo menores en partes más altas. La precipitación total anual va desde 545 mm aproximadamente en la Cañada, hasta casi los 6000 mm en Vistahermosa (Comaltepec).</p> <p>JUSTIFICACIÓN:</p> <p>Se tienen especies listadas en el libro rojo de la ICBP/IUCN (1992) como amenazadas para América, también por CIPAMEX y SEDESOL. Presenta un Bosque Mesófilo muy extenso y conservado en el país, así como Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Pino-Encino y Selva Húmeda. Se tiene por lo menos 66 especies endémicas o cuasiendémicas para la Sierra Norte.</p> <p>VEGETACIÓN:</p> <p>Bosque Tropical Perennifolio, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Coníferas y Encino, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio, Matorral Xerófilo, Pastizal.</p> <p>CATEGORÍAS A LAS QUE APLICA</p> <p>5 Por presentar los mejores y más extensos bosque mesófilos conservados del país, Selva Baja Caducifolia con especies endémicas de aves, grandes extensiones de pino-encino, áreas en buenas condiciones de selva húmeda y ambientes acuáticos propicios para aves migratorias.</p> <p>G-1 En ICBP/IUCN (1992): <i>Cyanolyca nana</i>, en bosque de pino y de niebla de Oaxaca y Veracruz, tal vez en este último ya este extirpada por la destrucción de sus hábitats. <i>Hylorchilus sumichrasti</i>, <i>Electron carinatum</i>, <i>Dendroica chrysoparia</i>, <i>Amazona oratrix</i>, <i>Xenospiza baileyi</i>, <i>Lophornis brachylopha</i> y <i>Chradrius melodus</i>.</p> <p>G-2 <i>Cyanolyca nana</i>, <i>Hylorchilus sumichrasti</i>, <i>Aimophila notosticta</i></p> <p>MEX-1 <i>Cyanolyca nana</i>, <i>Hylorchilus sumichrasti</i>, <i>Tangara larvata</i>, <i>Amazona oratrix</i>, <i>Electron carinatum</i>, entre otras.</p>	<p>Clave de la AICA C-13</p>
---	-------------------------------------

Tabla 3-5. Ficha descriptiva de la RTP Sierra Norte de Oaxaca-Mixe

Coordenadas extremas: Latitud N: 16° 11' 42" a 18° 33' 22" Longitud W: 95° 06' 44" a 97° 08' 24" Entidades: Oaxaca, Puebla, Veracruz Superficie: 19,382 km ² Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km ²)	
CARACTERÍSTICAS GENERALES Esta región integra la sierra del norte de Oaxaca (Sierra Juárez) y la sierra Mixe-La Ventosa. Se trata de una región importante por la gran diversidad de ambientes interconectados debidos a la compleja fisiografía. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México. La fisiografía compleja de esta zona da como resultado diversidad de ambientes. Sin embargo, destaca la gran extensión de los bosques mesófilos de montaña y la selva alta perennifolia. Hacia la parte sur se localizan selvas medianas, altas y bajas y corredores de taxa xerofíticos. El río Tehuantepec divide a los bosques de coníferas del norte de las selvas del sur.	
Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación: 3 (alto)	
Destacan las selvas altas, medianas y bajas, caducifolias y cálido-húmedas; los bosques mesófilos, de pino y de pino-encino; y sabanas, entre otros ecosistemas. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:	
Bosque de pino Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías.	29%
Selva alta perennifolia Comunidad vegetal en donde el dosel arbóreo sobrepasa los 30 m de altura y donde más del 75 % de las especies conservan las hojas todo el año.	22%
Bosque mesófilo de montaña Bosque con vegetación densa, muy húmedos, de clima templado. Sólo se presenta en laderas superiores a los 800 m.	20%
Selva baja caducifolia Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % de las especies pierden las hojas durante la época de secas.	13%
Agricultura, pecuario y forestal Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal.	10%
Bosque de encino Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m.	6%
	Valor para la conservación: 4 (alto)
Integridad ecológica funcional: Tanto en flora como en fauna, sin embargo, la zona seca probablemente tiene una integridad alta y en la zona húmeda la integridad es baja.	
Función como corredor biológico: Podría considerarse como un corredor entre la Chinantla y los Chimalapas en la parte alta.	3 (alto)
Fenómenos naturales extraordinarios: Las selvas altas perennifolias son las que, en estructura, presentan la mayor área basal de entre todas las muestreadas en el país. Por otra parte, se considera un refugio pleistocénico-terciario. Los afloramientos de caliza espectaculares y el viento en La Ventosa.	
	2 (importante)
Presencia de endemismos: Tanto en flora como en fauna. Se pueden distinguir varios niveles: bajo en la zona húmeda, alto en la zona seca para plantas, mamíferos y aves y muy alto en herpetofauna y plantas en la selva de La Ventosa.	
	3 (alto)
Riqueza específica: Región con alta riqueza de especies de plantas, mamíferos y aves.	
	3 (alto)
Función como centro de origen y diversificación natural: Principalmente para mariposas y salamandras. Centro de diversificación de <i>Lepanthes</i> sp. (Orchidaceae).	
	3 (muy importante)
Problemática ambiental: Recientemente se han construido caminos para apoyo al aprovechamiento forestal. En el norte (parte de la planicie) se desarrollan actividades para el desarrollo de la ganadería. La alta explosión demográfica es un problema importante. Por otra parte se tienen considerados para su desarrollo algunos proyectos hidráulicos. Entre los principales problemas están la alta presión de población en la zona mixe, la cual es menor en la región seca. Existe ganadería extensiva y zonas cafetaleras extensas.	
	Valor para la conservación: 2 (importante)
Función como centro de domesticación o	
	2 (importante)

mantenimiento de especies útiles: Vainilla y algunas variedades de maíz.	
Pérdida de superficie original: En las selvas altas con suelo laterítico la pérdida es alta, así como en los bosques mesófilos y las selvas húmedas. En los bosques de coníferas es baja; las selvas sobre sustrato kárstico están bien conservadas.	2 (medio)
Nivel de fragmentación de la región: Baja en la zona seca; alta en la cálida húmeda y templada.	2 (medio)
Cambios en la densidad poblacional: Es muy heterogénea, con mayor cambio en la zona seca. En las partes altas este cambio llega a ser negativo pero hacia la planicie es alto, así como en la sierra Mixe. Existen variaciones de intermedio a estable.	2 (bajo)
Presión sobre especies clave: Sobre todo para especies clave de tipo maderable del bosque mesófilo y la selva alta.	2 (medio)
Concentración de especies en riesgo: Principalmente para plantas vasculares y vertebrados. Existen varias especies de plantas en peligro y amenazadas en la zona húmeda y especies raras en las selvas de La Ventosa.	3 (alto)
Prácticas de manejo inadecuado: Desmontes con fines agrícola y ganadero en la parte baja; la parte media es estable y en la parte alta se dan principalmente para fines forestales. Ganadería extensiva en zonas húmedas, pastoreo de cabras en zona seca, tala forestal, zonas agrícolas.	2 (medio)
CONSERVACIÓN	
Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: Existen esfuerzos comunitarios con resultados más o menos positivos, sin embargo, no cuentan con un reconocimiento oficial ni apoyo económico para su desarrollo sustentable.	Valor para la conservación: 1 (bajo)
Importancia de los servicios ambientales: Abastecimiento de agua para las presas de "Cerro de Oro" Miguel Alemán y Miguel de la Madrid. Hidrología de las cuencas altas del Papaloapan-Coatzacoalcos-Tehuantepec.	3 (alto)
Presencia de grupos organizados: ONG, grupos indígenas y campesinos. Grupos mixtos aislados y, en otras zonas, grupos zapotecos.	3 (alto)
Políticas de conservación: Existen actividades de conservación para la parte del bosque mesófilo desarrolladas por grupos como el PAIR de la UNAM y SERBO. Otras instituciones que llevan a cabo actividades de conservación son el CIIDIR-Oax y el ITAO. No se han detectado actividades de conservación en la región.	
Conocimiento: Falta mucho por estudiar, sin embargo existen algunas áreas como el caso del tramo de la carretera OaxacaTuxtepec para la cual existe información sobre flora y fauna. Es una región considerada no bien conocida en plantas, ni mariposas, ni anfibios, ni reptiles.	

Ambas fichas señalan que las áreas prioritarias albergan bosques y selvas en buenas condiciones para la conservación, lo cual pudo constatarse durante los recorridos de campo en el SAR del proyecto.

Es importante señalar que el proyecto se ubica en una zona previamente utilizada para la generación de energía eléctrica y que este uso no ha mermado las condiciones de los bosques circundantes, por lo que se considera que el proyecto hidreléctrico San Agustín Etla no afectará de manera significativa las condiciones del sitio, por lo que se le considera congruente con las disposiciones descritas.

3.5 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados.

Se crean mediante un decreto emitido por el ejecutivo de cualquiera de los tres órdenes de gobierno y existen diversas categorías que definen las leyes ambientales federales o locales.

El Estado de Oaxaca cuenta con ocho áreas naturales protegidas de competencia federal; cuatro de competencia estatal y cinco sitios RAMSAR; así como alrededor de 74 áreas voluntarias para la conservación.

Las áreas protegidas más cercanos al sitio del proyecto son el Parque Nacional Benito Juárez de competencia federal y el área voluntaria para la conservación denominada La Cruz-Corral de Piedra, esta última colinda con el Sistema Ambiental en el sur del mismo; mientras que el ANP de competencia estatal más cercana es la denominada Hierve el agua (Figura 3-4).

Tabla 3-6 Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto

Nombre	Categoría	Competencia	Distancia al sitio del proyecto
Benito Juárez	Parque Nacional	Federal	0.5 km
Hierve el Agua	Parque Estatal	Estatal	53.5 km
La Cruz-Corral de Piedra	Área voluntaria para la conservación	Comunitario	0 km, colinda con el Sistema Ambiental

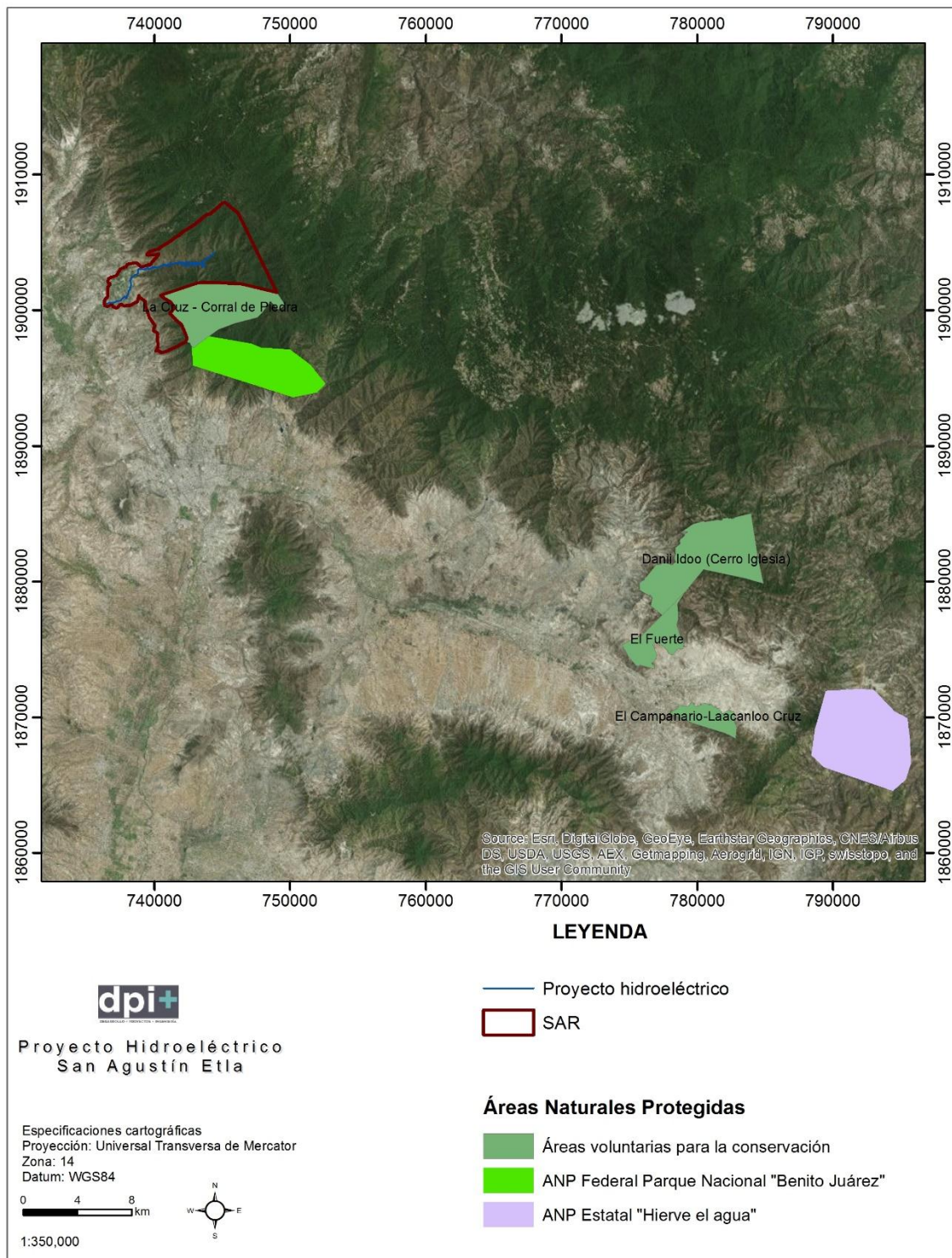


Figura 3-4. Ubicación del proyecto respecto las ANP y Sitio Ramsar.

Aun cuando el área voluntaria para la conservación La Cruz-Corral de Piedra colinda con el

Sistema Ambiental, los trabajos derivados de la realización del proyecto se llevarán a cabo fuera de dicha área y no interferirán con las condiciones ambientales de la misma.

Respecto a las ANP federal y estatal, por la distancia a la que se localizan del proyecto y del Sistema Ambiental, éste no interfiere ni modifica las condiciones de los ecosistemas que ahí se presentan.

Es pertinente mencionar que actualmente la comunidad de San Agustín Etla se encuentra inscrito en el programa de Pago por Servicios Ambientales de la CONAFOR, dada la conservación de sus bosques, y que con la realización del proyecto no será afectada la condición de la vegetación y se cuenta con la anuencia de la comunidad para su realización.

3.6 Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los tres niveles de gobierno

3.6.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

El artículo 5 en su fracción X establece que es facultad de la federación evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades referidas en el artículo 28 y en su caso expedir las autorizaciones correspondientes.

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

La fracción I del Artículo 28 establece que las “**Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos**”, requieren de la

autorización en materia de impacto ambiental

Para la autorización de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

De la misma manera, para la autorización a que se refiere ese artículo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente.

3.6.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)

El REIA define con mayor precisión las atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los tipos de obras y actividades que requieren manifestar el impacto ambiental, la modalidad correspondiente y el alcance de los estudios.

El artículo 5 del REIA establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental

El proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna, se vincula con el artículo 5, inciso K del REIA que refiere lo siguiente:

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

- I. *Construcción de plantas nucleoelectricas, **hidroelectricas**, carboelectricas, geotermoelctricas, eoleoelctricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogas, con excepcion de las plantas de generacion con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales.*

El caso que nos ocupa, por tratarse de una hidroeléctrica, requiere de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional.

Debido a que el “Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna” requiere del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en una superficie aproximada de 3 ha, el promovente presentará para su autorización ante la Secretaría el estudio técnico justificativo, en cumplimiento de los artículos 58, 117 y 120 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y el artículos 120 de su Reglamento.

3.6.4 Normas Oficiales Mexicanas

El título Cuarto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente prohíbe la descarga de contaminantes que alteren la atmósfera o que provoquen degradación o molestias en perjuicio del ecosistema.

En su artículo 5° la Ley faculta a la SEMARNAT para que elabore Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y vigile su cumplimiento en los términos de la misma Ley, con el auxilio de la Secretaría de Salud, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las demás autoridades competentes, de acuerdo con lo que establece la Sección IX de la LGEEPA. En este sentido, el promovente cumplirá su función previniendo cualquier tipo de deterioro ambiental relacionado con el proyecto. Todo tipo de contaminantes que se depositen o se infiltren en el suelo o subsuelo, deberá contar con previo tratamiento a efecto de reunir las condiciones necesarias para evitar: la contaminación del suelo; las alteraciones en las características físicas de los suelos; alteraciones en el aprovechamiento; uso o explotación del suelo y la contaminación de cuerpos de agua.

En las Medidas de Mitigación del proyecto, descritas en el Capítulo VI de este documento, se presenta una serie de acciones para evitar este tipo de contaminación cuyas regulaciones emanan de NOM específicas.

Existen diversas normas que están relacionadas con la construcción y operación del proyecto, o con la protección de los ecosistemas del área en que se ubica. A continuación, se presenta el análisis de cumplimiento con las normas vigentes en materia de contaminación del agua, contaminación del aire, residuos peligrosos, contaminación por ruido.

Tabla 3-7 Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vinculadas al proyecto

Nomenclatura	Contenido	Vinculación
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Establece el listado de especies terrestres y acuáticas probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial y especificaciones para su protección.	Dentro del SAR se encontraron especies catalogadas en la NOM: <i>Acer negundo</i> y <i>Chirantodendron pentadactylon</i> y <i>Abies religiosa subespecie hickelii</i> . La última especie se localizó en la parte alta del SAR, en la zona más alejada del sitio del proyecto, por lo que no será afectada con las actividades a realizar; mientras que ejemplares de las primeras dos especies se encontraron en las cercanías al sitio del proyecto, sin embargo el promovente se compromete a vigilar que sean respetados los ejemplares de dichas especies durante la realización del proyecto.
NOM-045-SEMARNAT-1996	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible. Se excluyen de la presente norma oficial, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de construcción y de la minería	La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo que no aplica a este equipo, sin embargo, se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones para evitar que rebasen los 98 dB
NOM-041-SEMARNAT-1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, así como la maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minería	Los vehículo dedicados a la construcción que se utilicen para esta obra, quedan exentos, por lo que esta norma no es de observancia obligatoria. No obstante, se exigirá el mantenimiento periódico de la maquinaria automotor.
NOM-050-SEMARNAT-1993	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. No se aplica a vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas o maquinaria para la construcción.	La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo que no aplican los límites a este equipo, sin embargo, se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones
NOM-001-	Que establece los límites máximos	El proyecto no prevé descargas

Nomenclatura	Contenido	Vinculación
SEMARNAT-1996	permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (Aclaración 30-abril-1997)	de aguas residuales durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Se usarán sanitarios portátiles en el frente de la obra. Para la operación y mantenimiento se contempla el uso de un biodigestor para la casa de máquinas 1.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	El proyecto no prevé descargas de aguas residuales durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Se usarán sanitarios portátiles en el frente de la obra. Para la operación y mantenimiento se contempla el uso de un biodigestor para la casa de máquinas 1.
NOM-052-SEMARNAT-1996	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El promovente del proyecto será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos de acuerdo a lo indicado en las medidas de mitigación establecidas en el capítulo 6 de este estudio. Los residuos se entregarán periódicamente al recolector autorizado para su correcto manejo y disposición final.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y especificaciones para su caracterización y remediación	En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburos, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM al suelo, será el contratista (bajo supervisión del promovente) el responsable de su manejo, y la actuación deberá ser inmediata bajo los lineamientos indicados en el Programa de conservación y restauración de suelos.

De acuerdo con la información presentada en el presente capítulo de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional para el proyecto hidroeléctrico San Agustín Etna, este es congruente con todos y cada uno de los instrumentos aplicables en la materia.



Capítulo IV

Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

Contenido

4	Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.....	95
4.1	Delimitación del sistema ambiental regional (SAR).....	95
4.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.....	97
4.2.1	Medio físico	97
4.2.1.1	Clima.....	97
4.2.1.1.1	Tipo de clima, temperaturas y precipitación.....	98
4.2.1.2	Geología y geomorfología.....	103
4.2.1.2.1	Características fisiográficas y geomorfológicas más importantes ...	105
4.2.1.2.1.1	Topografía	106
4.2.1.2.1.2	Geología- geomorfología	106
4.2.1.3	Edafología.....	110
4.2.1.4	Hidrología.....	112
4.2.1.4.1	Corrientes intermitentes o perennes.....	114
4.2.1.4.2	Usos principales	114
4.2.1.4.3	Calidad del agua	114
4.2.2	Medio biótico	115
4.2.2.1	Vegetación.....	115
4.2.2.1.1	Tipos de vegetación y distribución.....	115
4.2.2.1.2	Usos de vegetación en la zona.....	136
4.2.2.1.3	Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección.....	137
4.2.2.2	Fauna	137
4.2.2.2.1	Aves	137
4.2.2.2.2	Anfibios y Reptiles.....	182
4.2.2.2.3	Mamíferos	193
4.2.3	Medio Socioeconómico.....	209
4.2.3.1	San Agustín Etla.....	209
4.2.3.2	Principales localidades	210
4.2.3.3	Atractivos culturales y turísticos.....	211

4.2.3.4	Población	213
4.2.3.5	Estructura de la población.....	213
4.2.3.6	Hogares.....	215
4.2.3.7	Índice de pobreza	217
4.2.3.7.1	Variables relacionadas con estado de bienestar relativo	217
4.2.3.7.2	Grado de marginación e índice de rezago social	219
4.2.3.8	Servicios básicos	222
4.2.3.8.1	Vivienda	222
4.2.3.9	Urbanización.....	223
4.2.3.10	Transporte Público y Privado.....	224
4.2.3.10.1	Salud y seguridad social.....	224
4.2.3.11	Educación	226
4.2.3.12	Población económicamente activa (PEA).....	230
4.2.3.13	Actividades productivas por sector	231
4.2.4	Paisaje.....	233
4.3	Diagnóstico Ambiental	234

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

4.1 Delimitación del sistema ambiental regional (SAR)

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna, se utilizó en primer lugar el Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca.

El proyecto se localiza en las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) con número 004, 015 y 024. Cabe señalar que el modelo de ordenamiento ecológico posee varios polígonos con el mismo número de UGA, por lo que las UAGs mencionadas se refieren a los polígonos en los que se ubica el proyecto.

De dichos polígonos se tomaron íntegros el 004 y 024, mientras que del 015 se tomó solo una porción del mismo, tomando como límite el parteaguas más cercano al proyecto. Lo anterior debido a que el polígono es muy amplio, ya que cuenta con una superficie de 5238.61 hectáreas, y el área en la que tendrá influencia el proyecto es mucho menor a dicha superficie y no será más allá del parteaguas mencionado.

Así, el Sistema Ambiental Regional cuenta con una superficie aproximada de 5230.15 ha (figura 4-1).

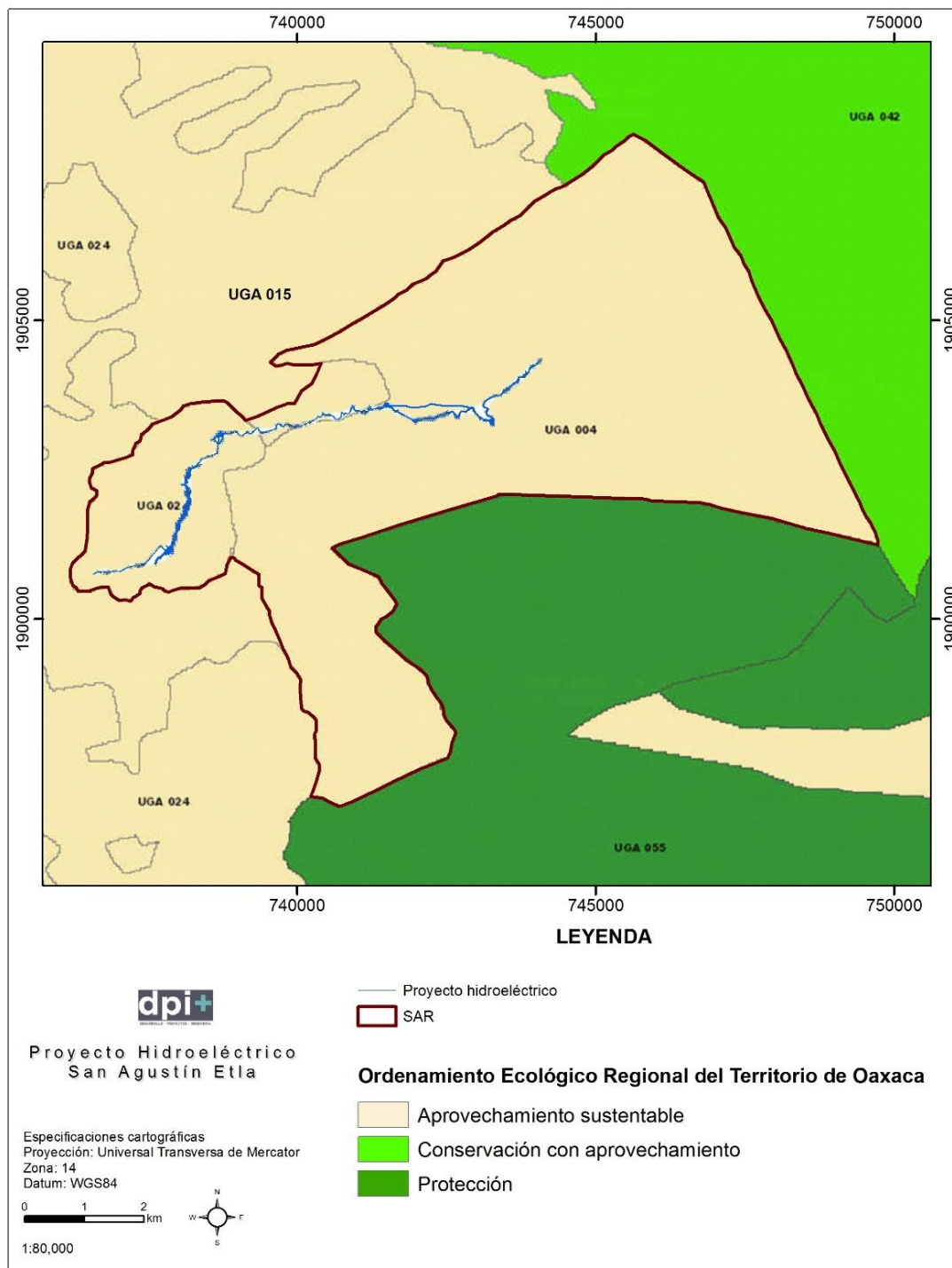


Figura 4-1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

4.2.1 Medio físico

4.2.1.1 Clima

La combinación de los elementos climáticos como la temperatura, la cantidad de lluvia que se deposita en un área, así como su distribución a lo largo del año, da como resultado distintos tipos de clima.

Es importante mencionar la complejidad orográfica de Oaxaca, dando como resultado una gran diversidad climática, producto de la presencia de diversas zonas térmicas, combinadas con una distribución desigual de la lluvia y el efecto espacial diferencial de los sistemas meteorológicos que afectan al estado.

Dentro del SAR se observa una gran variación altitudinal, puesto que el polígono incluye áreas desde 1650 msnm, hasta zonas con 3100 msnm en las zonas más altas, por lo que abarca diversos climas, incluyendo parte de los valles de Oaxaca y las zonas pertenecientes a la sierra madre oriental.

De acuerdo a la regionalización realizada del país realizada por E. García en 1970 se consideraron 5 regiones para el estado de Oaxaca. La zona de estudio se encuentra dentro de la región de la Mixteca y valles centrales de Oaxaca, la cual incluyen las montañas y valles del occidente y del centro de Oaxaca. El sistema que domina en la época lluviosa es por el efecto de los vientos alisios, que introducen humedad aunque en menor cantidad y que gran parte la depositan en las vertientes a barlovento de la sierra madre oriental y esto explica la presencia de zonas áridas y semiáridas en esta región. Ocasionalmente puede entrar humedad proveniente de otros sistemas, pero debido a su condición de aislamiento de las fuentes de humedad, por los accidentes orográficos que la delimitan, la precipitación no es muy abundante. Durante el invierno la lluvia disminuye notablemente y pueden presentarse algunas lluvias ocasionadas por la entrada de nortes que llegan a penetrar en la región, aun cuando la mayor cantidad de humedad acarreadas por estos sistemas se depositan en la sierra madre.

La región de la Sierra madre oriental se encuentra directamente expuesta a la influencia de los vientos alisios durante el verano, lo que promueve el depósito de grandes

cantidades de lluvia en las partes de la llanura costera; debido al gradiente altitudinal que presenta la sierra, los vientos se ven obligados a ascender por las laderas, lo que provoca su enfriamiento y precipitación. Esto se ve reflejado en la magnitud de la lluvia que se deposita en estas zonas, esta lluvia de verano se ve incrementada por la influencia de los ciclones tropicales, algunos de los cuales contribuyen directamente con la precipitación debido a la cercanía de las trayectorias y, en otras ocasiones, aun cuando su paso esté alejado de la costa, la humedad que producen puede ser acarreada por los vientos alisios. En época fría (noviembre a abril), los alisios disminuyen considerablemente su altura e intensidad, y su contenido de humedad se ve mermado al enfriarse relativamente a las aguas del golfo, por lo que la cantidad de lluvia de estos vientos disminuye notablemente. Sin embargo, durante esta época la región se ve afectada por la entrada de nortes que provocan algunas lluvias, disminución en la temperatura y la presencia de vientos fuertes en las zonas más expuestas.

Para la caracterización del clima en la zona de estudio y en el sistema ambiental regional delimitado, se recopiló información de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio del proyecto las cuales se enlistan en la Tabla 4-1, algunas de las cuales tienen registros desde el año 1923; todas generando datos en la actualidad.

Tabla 4-1 Estaciones meteorológicas más cercanas al SAR

Nombre de la estación	Estatus	Periodo	Distancia al proyecto	Municipio
SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	Operando	1976-2014	2.9 km	VILLA DE ETLA
ETLA	Operando	1923-2014	5.7 km	VILLA DE ETLA
PRESA EL ESTUDIANTE	Operando	1982-2014	15.55km	TLALIXTAC DE CABRERA

4.2.1.1.1 Tipo de clima, temperaturas y precipitación

El clima presente en el SAR de la zona de estudio incluye tres tipos debido a la complejidad orográfica de Oaxaca, correspondientes al gradiente altitudinal, de mayor a menor altitud son: al tipo Cb` (w2), C(w0) y (w1), (A)C(w0) de acuerdo a lo mencionado en la clasificación de Koppen modificada por E, García (1981), el cual corresponde a un clima semifrío subhúmedo, templado subhúmedo y semicálido subhúmedo respectivamente con lluvias en verano y de humedad media.

De acuerdo con la información meteorológica generada desde la estación Santo Domingo, en el sector del valle el clima de la microrregión corresponde al grupo (A)C, de climas semicálidos que se caracterizan por tener la temperatura media anual superior de 18 °C. La fórmula climática es (A)C(w0), que corresponde a un clima semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano.

Este clima corresponde al subtipo ACw0 y se considera menos húmedo que el ACw1 o ACw2. La estación Santo Domingo registra una precipitación media de 549 mm, el periodo de lluvias va de mayo a noviembre, con una precipitación máxima de 299 mm en el mes de junio. El periodo de sequía se extiende de diciembre a abril y la mínima precipitación se registra en el mes de enero con 9 mm. En relación con la temperatura promedio anual, esta estación registra un promedio anual de 21.1 °C, con temperaturas más bajas en enero y diciembre, con promedio de 16.6 °C y el del mes más cálido mayo, con promedio de 22.1°C.

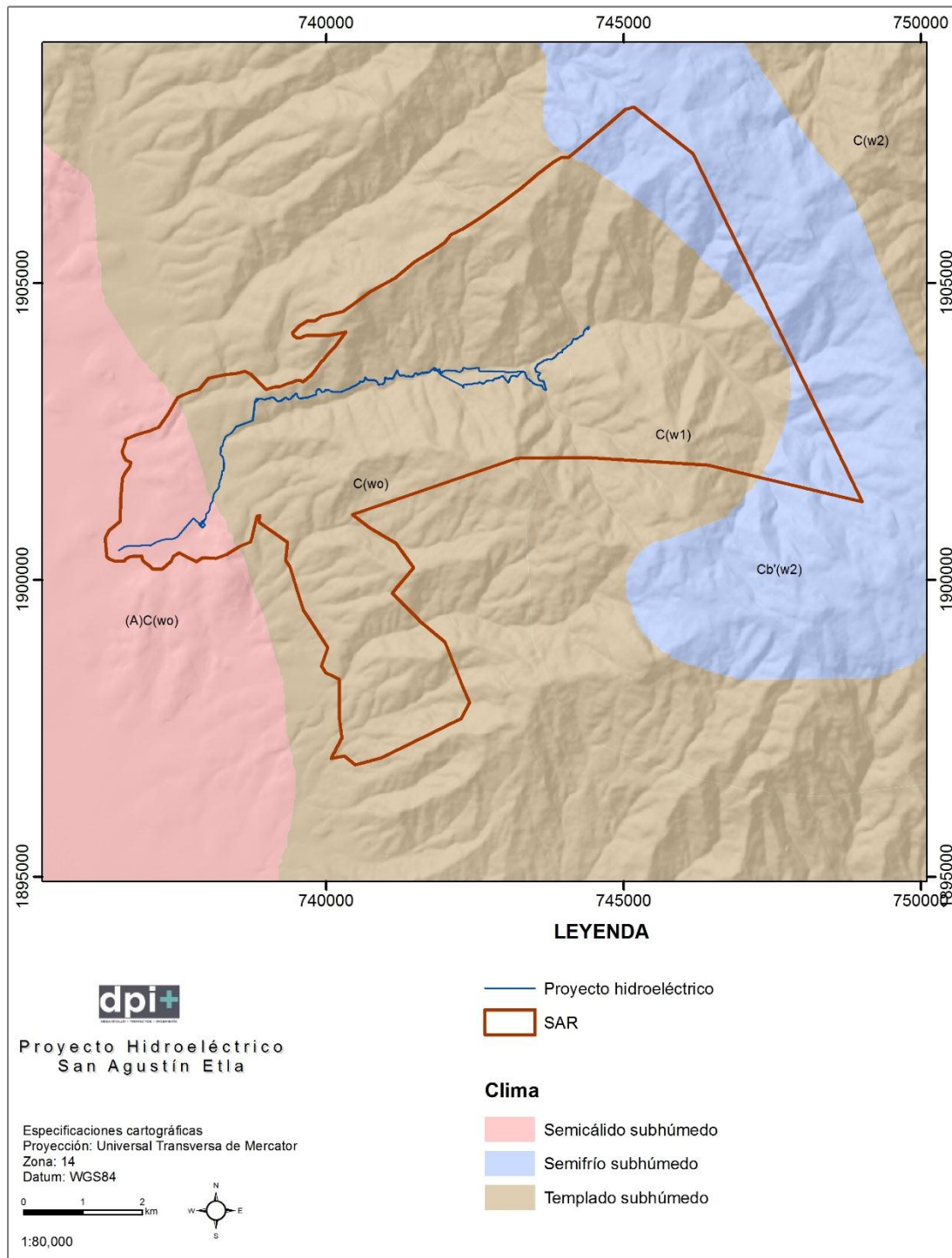
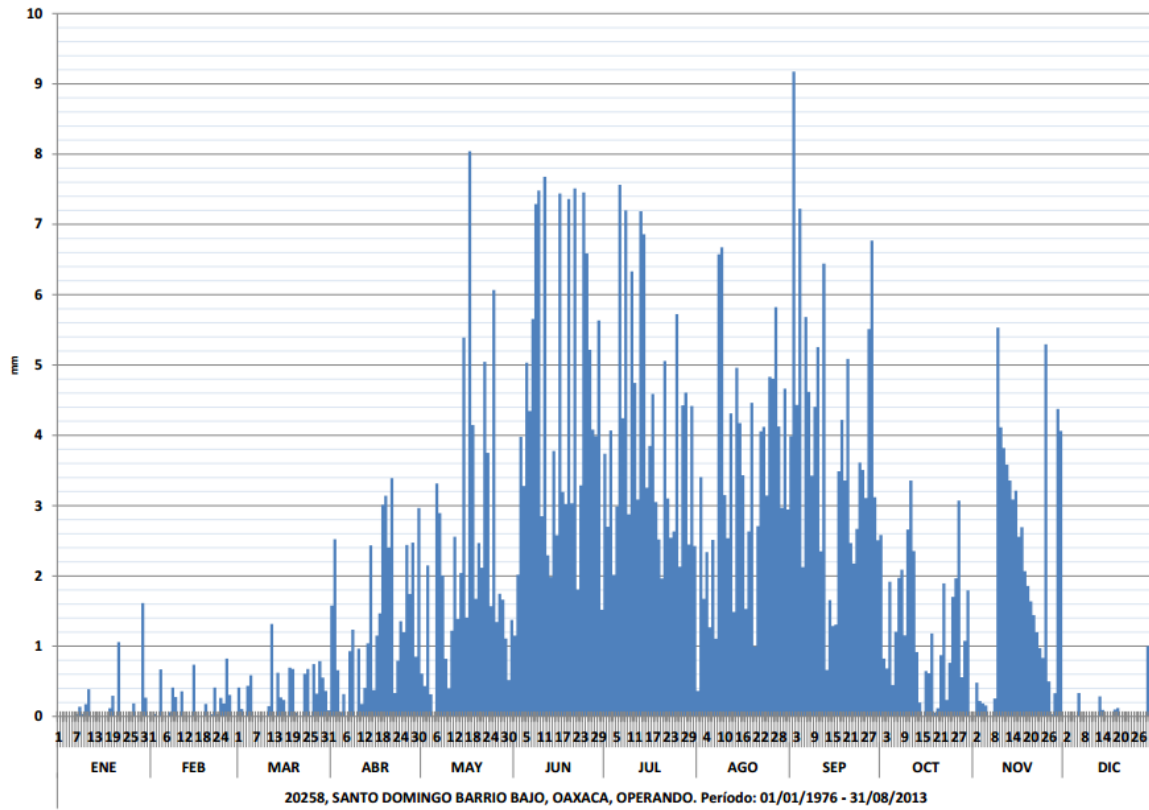


Figura 4-1 Distribución de los tipos de clima en el SAR y en el sitio del proyecto.

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

PROMEDIO DIARIO DE LLUVIA



Fuente: estación 20258 de la CNA, Santo domingo, Oaxaca.

Figura 4-2 Distribución anual de la precipitación diaria promedio en la parte baja de la zona de estudio durante el periodo 1980-2010.

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

PROMEDIO DIARIO DE LLUVIA Y TEMPERATURA MEDIA, POR MES

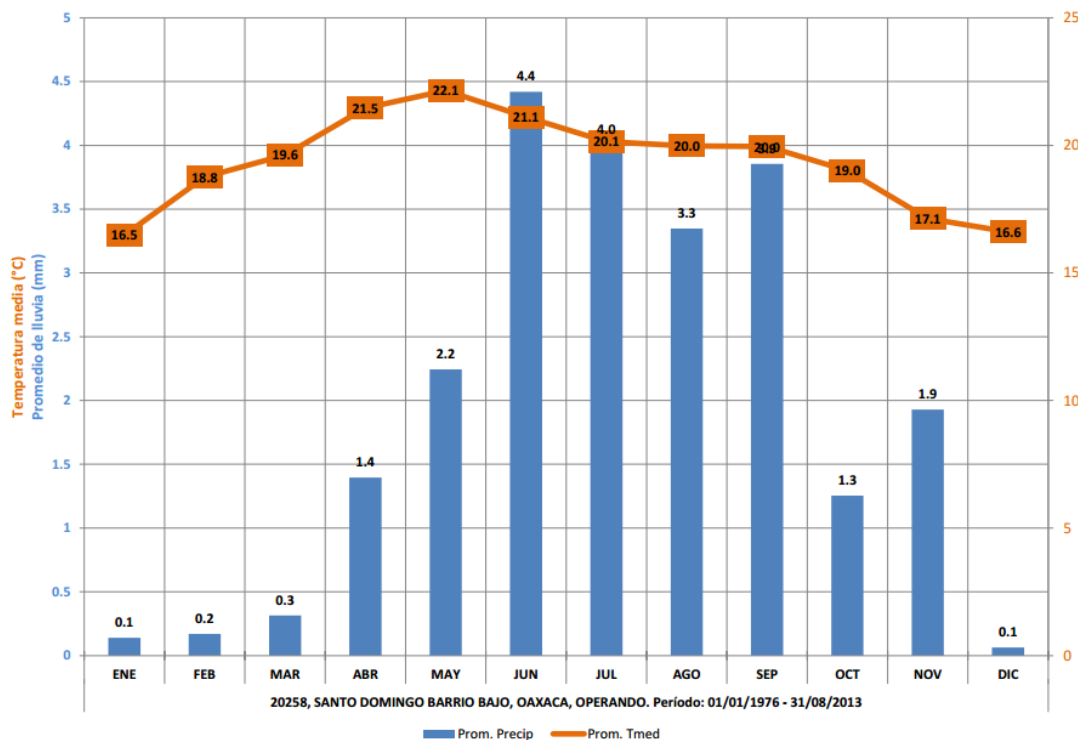


Figura 4-3 Distribución anual de la precipitación diaria promedio en la zona de estudio durante el periodo Fuente: estación 20258 de la CNA, Santo domingo, Oaxaca.

La precipitación media anual es de 546.9 mm. El mes más seco corresponde a enero, con una precipitación cercana a cero en promedio que se registra durante la transición de la época fría a la cálida, mientras que el mes más húmedo es junio, con una media de precipitación de 121 mm.

La evaporación promedio anual es de 1503.6 mm. El valor máximo de evaporación mensual promedio se registra en el mes de marzo (223.8 mm), mientras que el valor mínimo corresponde al mes de septiembre (121.6 mm).

En la parte media del SAR, a mayor altitud existe otro tipo de clima correspondiente al tipo C de los climas templados subhúmedos, y es este tipo de clima el que predomina en 83.1% del SAR (4798 ha). Se reconocen dos subtipos difíciles de cartografiar (Cw0 y Cw1) ya que solo difieren en el grado de humedad que presentan, siendo el Cw0 el más seco de los templados subhúmedos mientras que el Cw1 presenta un grado de humedad

intermedio. Estos dos subtipos del clima Cw parecen corresponder a dos asociaciones vegetales que se encuentran en altitudes intermedias del SAR: una es el bosque de encino caducifolio el cual se ubica en las áreas de ocurrencia del clima Cw0 (templado subhúmedo de baja humedad), mientras que el Cw1 (templado subhúmedo de humedad intermedia) parece ocurrir a mayores altitudes y es el responsable de la presencia de bosques mixtos de pino encino.

Por último, en las mayores altitudes del SAR (2950 a 3050 msnm) de la parte noreste, ocurre un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano en el cual la temperatura promedio anual está por debajo de 12°C y la precipitación total anual sobrepasa los 1100 mm. Este tipo de clima ocurre en el 6.8% del SAR.

4.2.1.2 Geología y geomorfología

Oaxaca es uno de los estados de la república con mayor variedad geológica. En sus montañas y valles se puede observar, entre el suelo y la vegetación, los diferentes tipos de roca que forman su sustrato. La naturaleza de estas rocas, su composición y el tipo de fósiles que contiene son piezas clave para la reconstrucción de la geografía del planeta en el pasado (García-Mendoza et al 2004).

Presenta regiones extensas formadas por rocas ígneas extrusivas, que se originan cuando el magma llega a la superficie y que forman los volcanes, son abundantes en los valles de las regiones centrales y la parte noroccidental del estado. En zonas donde existen cuerpos de agua como lagos, mares y algunos ríos puede presentarse la precipitación de ciertos elementos disueltos en el agua, dando lugar a las calizas y los yesos.

De acuerdo al mapa geológico y configuración de terrenos tectonoestratigráficos del libro "Biodiversidad de Oaxaca" el SAR se encuentra dentro de dos de los cinco terrenos propuestos que son: Oaxaca o Zapoteco y Juárez o cuicateco. Para el primero se menciona que contiene las rocas más antiguas del estado y para el segundo que está constituido por rocas mesozoicas y tal vez paleozoicas que quedaron atrapadas en zonas de desplazamiento lateral de grandes bloques (fallas transcurrentes), (García-Mendoza et al 2004).

El complejo oaxaqueño el cual está dentro del terreno o zapoteco, constituido por las rocas más antiguas. Está compuesto por rocas metamórficas cristalinas que presentan un bandeamiento mineral bien desarrollado. Entre éstas hay ortogneises cuarzofeldespáticos y de granate, charnoquitas, paragneises, mármoles, granulitas y meta-anortesitas. Estas rocas se forman a grandes profundidades dentro de la corteza, donde fueron sometidas a altas presiones y temperaturas. Su deformación y metamorfismo no permite reconstruir con precisión el tipo de ambiente en que se formaron, ya que la cristalización ha borrado la constitución y las relaciones originales de sus rocas ígneas y sedimentarias. La edad más antigua registrada para este complejo es 1113 millones de años. Además, se mencionan tres localidades de este complejo con rocas sedimentarias de edad paleozoica.

El hecho de que se puedan observar en muy pocos lugares se debe probablemente a que fueron erosionadas o a que están cubiertas por rocas más jóvenes. Dos de ellas se encuentran al oriente de Santiago Nochixtlán, contienen abundantes fósiles, tales como trilobites, braquípodos y briozoarios entre otros. Estas rocas se formaron en un mar de plataforma externa, de talud o de abanico medio. Lo interesante de los organismos fosilizados es que han sido identificados en rocas de Sudamérica y Europa, pero no se han encontrado en Norteamérica. Lo que sugiere que este terreno se encontraba en Suramérica hace 490 millones de años. (García-Mendoza et al 2004)

Aparentemente las rocas miloníticas más antiguas de la sierra de Juárez corresponden a rocas volcánicas y sedimentarias deformadas, previas al depósito de calizas cretácicas que definen en parte el terreno de Juárez o Cuicateco. Éstas son cortadas por diques que muestran también deformación cuya edad corresponde al Jurásico medio. Hay reportes de una edad paleozoica, por lo cual dicho complejo pudo haberse formado en el paleozoico o en el Mesozoico temprano. En el terreno de Juárez al mismo tiempo que avanzó el mar durante el jurásico tardío–Cretácico, se desarrollaron volcanes submarinos. En esta región la estratigrafía está constituida por una alternancia de derrames basálticos, tobas, volcaniclásticos y calizas. Su origen y edad son poco conocidos, aunque se piensa que estas rocas se formaron en un mar similar al que en la actualidad forma el Golfo de California (García-Mendoza et al 2004)

Aparentemente en los últimos 65 millones de años cuando se moldea el paisaje de Oaxaca como lo conocemos hoy. Hay dos procesos principales que seguramente originaron la fisiografía que se observa actualmente: 1) la emisión de grandes volúmenes de lava que dieron lugar a montañas de origen volcánico, y 2) La formación de montañas y valles debido al movimiento de grandes fallas regionales.

Los eventos más espectaculares que ocurrieron durante el terciario y que de cierta forma cambiaron notablemente las condiciones climáticas de todo el estado fueron la formación de la sierra de Juárez y de la Sierra Madre del Sur, a lo largo de la costa Oaxaqueña. Las evidencias encontradas hasta hoy sugieren que la sierra de Juárez (incluyendo parte de la sierra de Zongolica al norte, y las sierras Cuicateca, y Mazateca), se levantaron al menos 2100 metros con respecto a los valles centrales, en los últimos 14 millones de años, a partir del Mioceno medio al reciente. Este levantamiento fue ocasionado por una gran falla que corre a lo largo de la base del margen occidental de las sierras (falla de Oaxaca). Al levantarse esta gran barrera orográfica las condiciones climáticas del estado en el Mioceno medio, que eran parecidas a las que se observan actualmente en las costas de Yucatán y Quintana roo, cambiaron drásticamente, ya que la cantidad de humedad fue disminuyendo gradualmente (García-Mendoza et al 2004).

4.2.1.2.1 Características fisiográficas y geomorfológicas más importantes

Una provincia fisiográfica se define como la región natural constituida por una serie de conjuntos o unidades de relieve, con relaciones similares entre sí de tipo geológico topográfico y espacial. Partiendo de dicho concepto, las subprovincias fisiográficas se refieren a aquellas unidades de escala media o de menor extensión, que pertenecen o se encuentran asociadas a la provincia, pero que se distinguen por poseer rasgos geomorfológicos estructurales propios, que merecen su individualización, al momento de ser cartografiadas (García-Mendoza et al 2004)

En el estado de Oaxaca se reconocieron 12 subprovincias de las cuales el SAR del sitio del proyecto ocupa parte de dos: Sierra Madre de Oaxaca y Valles Centrales de Oaxaca.

4.2.1.2.1.1 Topografía

De acuerdo a la interpretación de la curva hipsográfica de la Sierra madre de Oaxaca, existe todo un amplio intervalo de categorías altitudinales, dichos valores tienen una base piramidal clara, es decir, los terrenos con mayor superficie se distribuyen hacia los intervalos de baja altitud, pero conviene argumentar que es la base estructural de varios ejes orográficos que cuentan con más de 120 cumbres con altitudes superiores de 2500m. La estructura, en general es asimétrica, toda vez que las aturas se distribuyen de forma acentuada hacia el poniente y, en la porción meridional, ambas vertientes tienen por tanto laderas de longitud corta y de declive pronunciado (mayor de 18°) y cerca de los parteaguas se presentan pendientes mayores de 30°, mientras que a todo lo largo de la vertiente oriental, la que reconoce hacia el golfo de México, son las laderas tendidas. (García-Mendoza et al 2004)

Cerca del 60% de la superficie de los valles centrales de Oaxaca está por debajo del nivel de 1600m; el resto de la superficie pertenece a las rampas de piedemonte, con terrenos más altos. Aquí se presenta un sistema escalonado de las llanuras, y las pendientes predominantes están entre 0° y 12°, con un porcentaje espacial de 92.4% (García-Mendoza et al 2004).

Los principales Cerros con que cuenta el municipio y el SAR son: El Picacho, Cerro de la Virgen, La Corona, El Sombrerote, Cabeza de Vaca, El Espinazo del Diablo, El Cerro del Jeringue.

4.2.1.2.1.2 Geología- geomorfología

La subprovincia de la Sierra Madre de Oaxaca es compleja y diversa; se identifica el complejo metamórfico del Mesozoico sobre el borde occidental en la Sierra Mazateca. También sobre el borde occidental de la Sierra de Juárez se halla un complejo milonítico, que consiste en rocas trituradas a lo largo de planos de falla. En esta misma zona y a lo largo y a lo ancho del río Grande, se encuentran las rocas de origen volcánico que posteriormente fueron metamorfoseadas, también en el mesozoico. Las rocas sedimentarias se distribuyen por el borde o faja del flanco oriental de la Sierra Madre. Hay extensos afloramientos de tobas volcánicas del terciario, que se distribuyen de manera irregular en el flanco meridional de la sierra madre. (García-Mendoza et al 2004)

El relieve de la sierra madre, en su porción norte y en el borde occidental, presenta un estilo monolítico, pero cortado por valle erosivos y por procesos de ladera en los flancos, mientras que a nivel de cimas dominan los procesos denudativo. El borde oriental posee las mismas características para los flancos, pero se diferencia por el predominio de un relieve en forma de mesas, sujeto a un intenso proceso de estructuras kársticas (dolinas, cavernas, etc.) sobre las calizas de edad cretácica. Los procesos dominantes de laderas son los de remoción en masa (deslizamientos, caída de rocas), entre otros, en lugares localizados y procesos de disección fluvial, de reptación de suelos e intemperismo (García-Mendoza et al 2004).

La subprovincia de valles centrales de Oaxaca consiste en una planicie acumulativa de sedimentos continentales de edad reciente, constituidos por unidades carbonatadas, aluvión, gravas, arenas, limos y arcillas. Hay afloramiento de rocas metamórficas del tipo de los gneis de edad precámbrica y de calizas en la porción meridional. La morfoestructura de los valles es de carácter tectónico, lo que es muy evidente en los horsts del flanco norte (García-Mendoza et al 2004).

Una característica notable de esta región es la existencia de una gran estructura circular, constituida por elementos del relieve anulare (en forma de anillo), en lo que destaca el cerro El Labrador, con una altitud de 3000m, como el núcleo de la estructura. Esta diferencia altitudinal en el relieve facilita la distribución en pisos de vegetación. (García-Mendoza et al 2004)

Otro de los análisis morfoestructurales es el correlativo entre la estructura y las superficies de planeación o nivelación (areales o de altiplano, lineales o de parteaguas, untuales o de cimas) antiguas del territorio, lo que nos muestra la diferenciación de los ascensos o descensos neotectónicos (Mioceno-Cuaternario) en la formación del relieve montañoso. Las principales superficies de cima están localizadas en tres subprovincias fisiográfica notablemente montañosas; una de ellas es la Sierra madre de Oaxaca, donde dichas superficies se distribuyen, a manera de óvalo a través de los parteaguas de las sierras de Juárez, Monteflor y cerro amarillo, circunvalando la cuenca hidrográfica del río Grande (García-Mendoza et al 2004).

El tipo de roca predominante dentro del SAR es la cataclasita, la cual se distribuye en 3620 ha (aproximadamente el 70%) principalmente todas las zonas serranas. La cataclasita es un tipo de roca metamórfica en la que la cizalladura y la granulación de los

minerales son causadas por la acción de un alto esfuerzo mecánico durante el fallamiento o el metamorfismo dinámico, por lo general durante los episodios de actividad tectónica de las placas.

Otros tipos de rocas existentes son la lutita, la cual se distribuye en el 19% del SAR, específicamente en la cabecera municipal de San Agustín ETLA y la zona de contacto con las partes altas. Es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla, grupo de la caolinita y restos de cuarzo, feldespato mica, hematita, epidota y limonita. Son de colores muy variables: gris, verde, amarilla, café. Estas rocas detríticas de grano fino constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias. Las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad ya que tiene tamaños menores a $1/256$ mm. Las diminutas partículas de la lutita indican, que se produjo un depósito como consecuencia de la sedimentación gradual de corrientes poco turbulentas, que mantienen suspendidas las partículas del tamaño de la arcilla hasta que estas se reúnen para formar agregados mayores. Conforme se acumula el limo y la arcilla, tienden a formarse capas delgadas a las que se les denominan laminas; durante esta fase las partículas adoptan una alineación paralela reordenando los granos y reduciendo el tamaño de los espacios de los poros lo que no permite la circulación fácil de las soluciones cementantes. Por consiguiente las lutitas suelen describirse como débiles, porque están poco cementadas.

Por último, el conglomerado ocurre en una pequeña fracción (3.4%) de la parte más alta del SAR. Un conglomerado es una roca sedimentaria formada por cantos redondeados de gran tamaño (> 2 mm), unidos por un cemento o una matriz. En la composición de los conglomerados intervienen fundamentalmente tres factores: la litología de la zona de alimentación de la cuenca sedimentaria, clima y relieve de la zona sometida a erosión. El clima y la litología determinan que minerales terminarán formando parte del conglomerado, sea por alteración química o disgregación física de las rocas preexistentes. El relieve determina con qué rapidez se producirá el proceso de erosión, transporte y sedimentación, ya que dependiendo de lo abrupto del terreno así existirá mayor o menor tiempo para que la alteración química de los minerales tenga lugar. Los componentes de los conglomerados son transportados por ríos y/o por el mar.

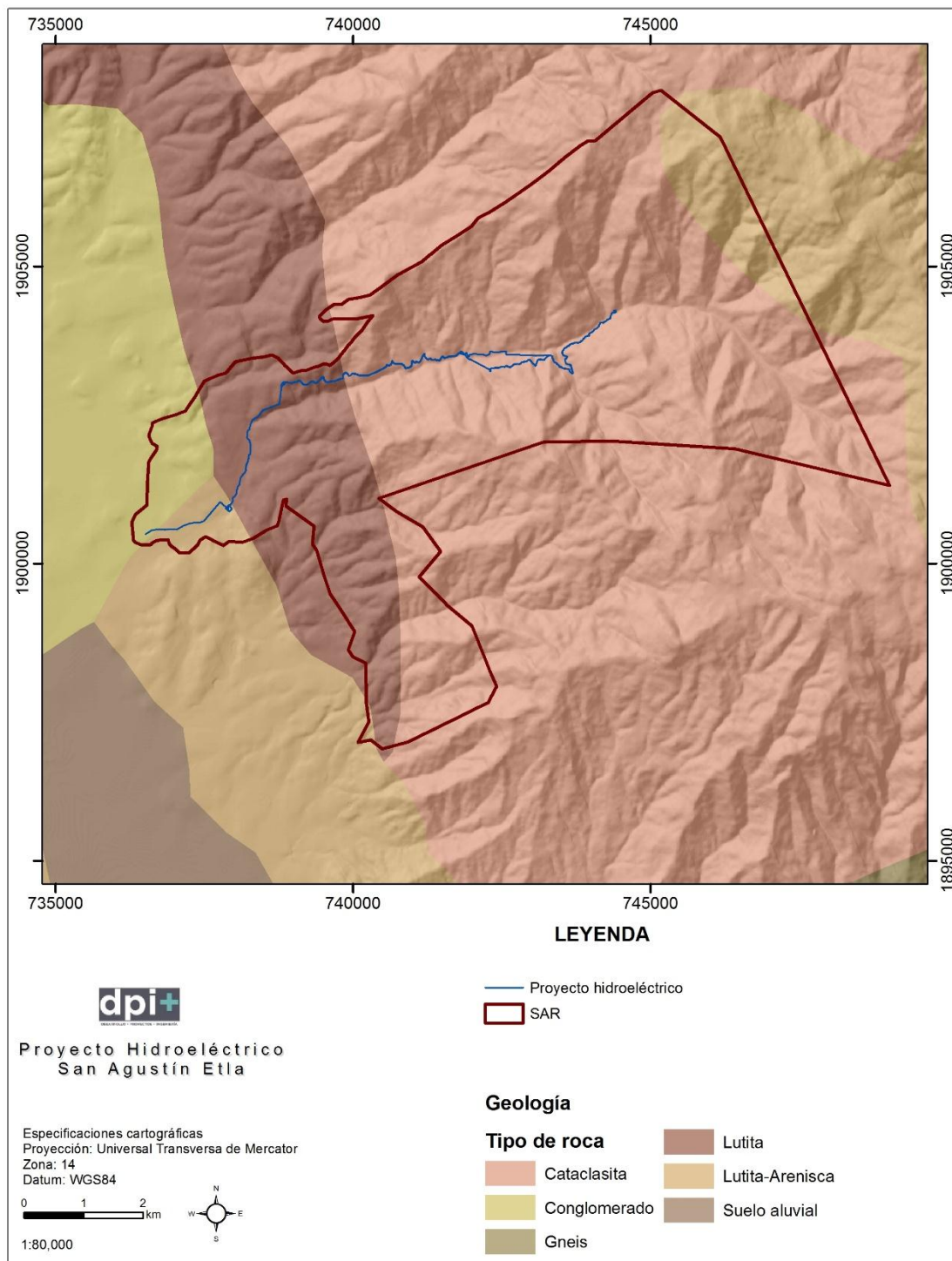


Figura 4-4 Geología

4.2.1.3 Edafología

La cartografía edáfica de INEGI (1982-1988) registra para Oaxaca 16 unidades de suelo, de las cuales el SAR de la zona del proyecto de San Agustín Etla abarca cambisol para las zonas más altas y regosol en las zonas más bajas. Estas unidades de suelo abarcan un 9.44% y 20% respectivamente de la superficie total de los suelos de Oaxaca registrado por INEGI (García-Mendoza et al 2004).

La mayor parte de la superficie de SAR (80.5%) es de unidades de suelo cambisol, los cuales son suelos jóvenes y con poco a moderado desarrollo; en el subsuelo presentan una capa que parece más suelo que roca, en la que se forman terrones y el suelo no está suelto. Se caracteriza por presentar un horizonte B cámbico, o un A ócrico o úmbrico, o un A mólico situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbico con un grado de saturación (por $\text{NH}_4 \text{OAc}$) menor de 50%. Tienen una susceptibilidad moderada-alta a la erosión. De entre los tipos de cambisoles, en esta área se encuentran cambisoles éutricos: estos son suelos muy ácidos y pobres en nutrientes en condiciones naturales. En ellos se desarrolla vegetación de selva o bosque que permite la explotación forestal, que es el uso más adecuado ya que en agricultura y ganadería los rendimientos son muy bajos. Se encuentran asociados cartográficamente con Acrisoles, Luvisoles y Regosoles (García-Mendoza et al 2004).

El resto de la superficie del SAR (19.5%) es ocupada por regosoles, los cuales están ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. El termino regosoles éutricos, refiere a que son ligeramente ácidos o alcalinos naturalmente (INEGI 2005).

La escasa presencia de suelos poco desarrollados (regosoles y litosoles) o de moderado desarrollo (cambisoles), junto con suelos antiguos depende de la compleja historia del territorio. La reconstrucción de la evolución de los suelos explica su diversidad. La formación de la Sierra madre del Sur y Sierra norte de Oaxaca resulto de la intensa erosión hídrica, por un lado, y de la aridización de la parte central del estado, por el otro.

La mayoría de las cortezas fueron erosionadas fuertemente. Los suelos más recientes se forman en las superficies afectadas por la erosión actual (Regosoles). Los regosoles es una de las unidades de suelo mejores representadas en la entidad, las cuales se distribuyen en las regiones de topografía accidentada, presenta poco desarrollo, su consistencia es friable y cuando están húmedos son más vulnerables a la erosión (García-Mendoza et al 2004).

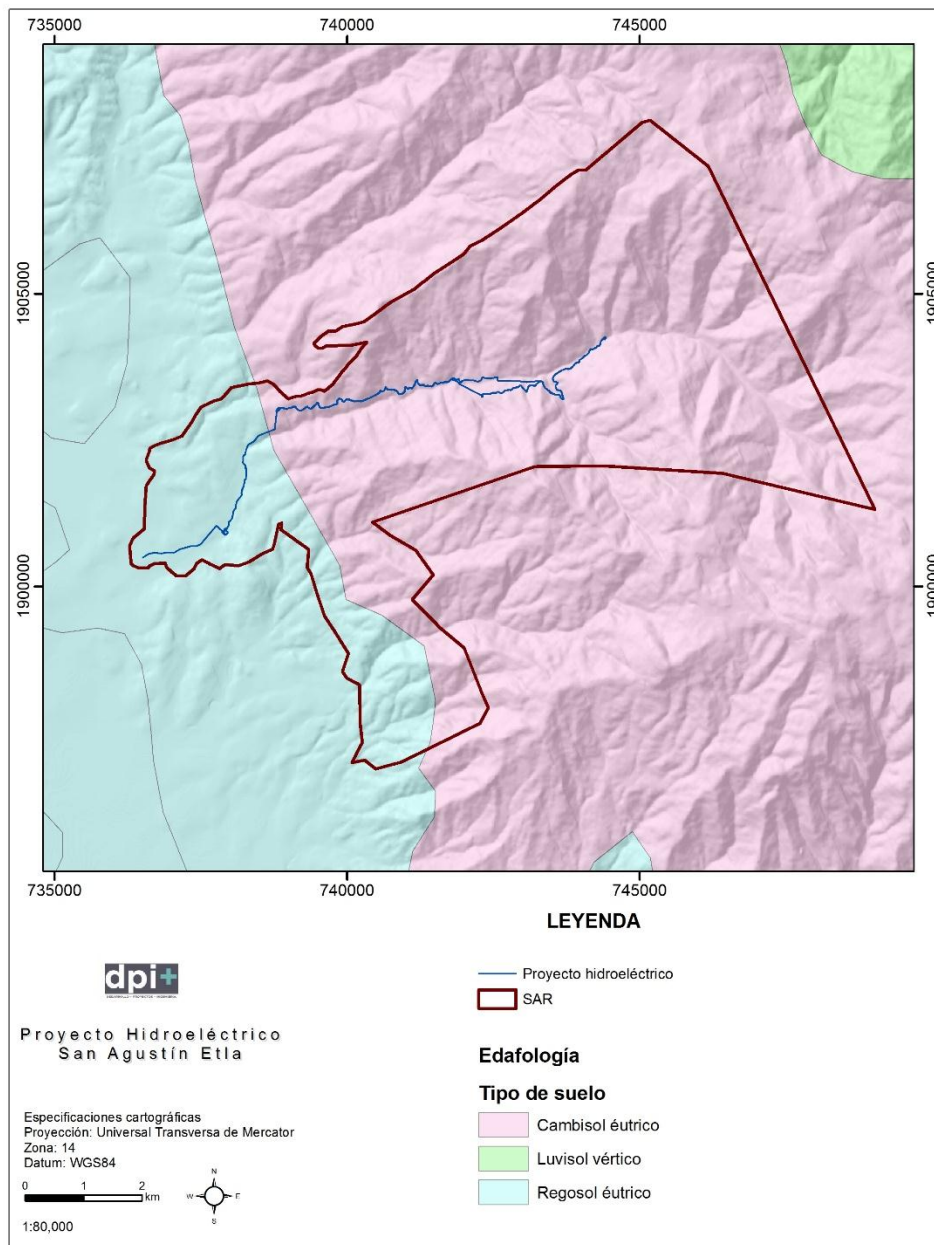


Figura 4-5 Suelos

4.2.1.4 Hidrología

La hidrografía también responde a la asimetría de la Sierra madre; las corrientes cortas y de carácter torrencial escurren hacia la fosa de Tehuacán y valles centrales, y el resto lo hacen recorriendo gran parte de la estructura, pues la mayoría de las corrientes nacen prácticamente en los parteaguas, descendiendo rápidamente con cursos fluviales de pendientes pronunciadas hasta alrededor de los 400m de altitud, para nivelarse y tomar rumbo hacia la llanura del Golfo.

Cabe mencionar que la única corriente que cruza la Sierra Madre es la del río Santo Domingo, a través de su lecho fluvial encañonado (Cañón de Tecomavaca); se supone que ha logrado este cruce gracias al proceso de Karstificación y por la conjunción de toda una red de fallas y fracturas, provocando con esto, primero, que se colapse el conjunto de dolinas, que siguen estos planos de debilidad que marcan las fallas, permitiendo el flujo subterráneo y, posteriormente, la caída del techo de cavernas y galerías asociadas al relieve Kárstico. El municipio de San Agustín Etla y el SAR forman parte de la región hidrológica y de la cuenca del Río Atoyac, donde destaca el Río Grande o Río de San Agustín Etla que de manera general corta profundamente la Sierra Madre a la altura de la Sierra de Juárez, con una incisión longitudinal a la estructura y, por ende, de disposición paralela al parteaguas; la corriente así formada, al no seguir la superficie de la estructura original o primaria, tuvo que obedecer al control estructural disyuntivo (fallas y fracturas) para desembocar en la fosa de Tehuacán.

El Río Grande por su volumen aproximadamente de 80 pulgadas de agua, es la principal corriente de la región, ubicado al oriente del municipio de San Agustín Etla; lo constituyen diferentes manantiales, entre los más conocidos tenemos: Río Oscuro, Los Fresnos, Mano de León, Agua Cirial, la Nevería, La 2ª Agua, Gregorio, del Cerezo, del Jeringue, El Cárcamo, Río Frío, Pueblo Viejo, y el Río de la Ardilla. (García-Mendoza et al 2004 y plan de desarrollo municipal).

Los Valles Centrales, situado a una altitud aproximada de 1400 - 2000 metros sobre el nivel del mar rodeado por montañas, las precipitaciones pluviales suelen ser escasas o nulas. El área de estudio se encuentra en la cuenca del río Atoyac, subcuenca del río

Atoyac- Oaxaca de Juárez, dentro de la región hidrológica de Costa chica-Río verde. Las precipitaciones infiltradas y de los cerros que los rodean; el flujo formado se desplaza en forma de una corriente subterránea hacia las zonas menos elevadas como lo son los Valles de Etna, Zaachila y Zimatlán. Dicha corriente se configura en el conocido Río Atoyac (Navarro-Mendoza et al 2002)

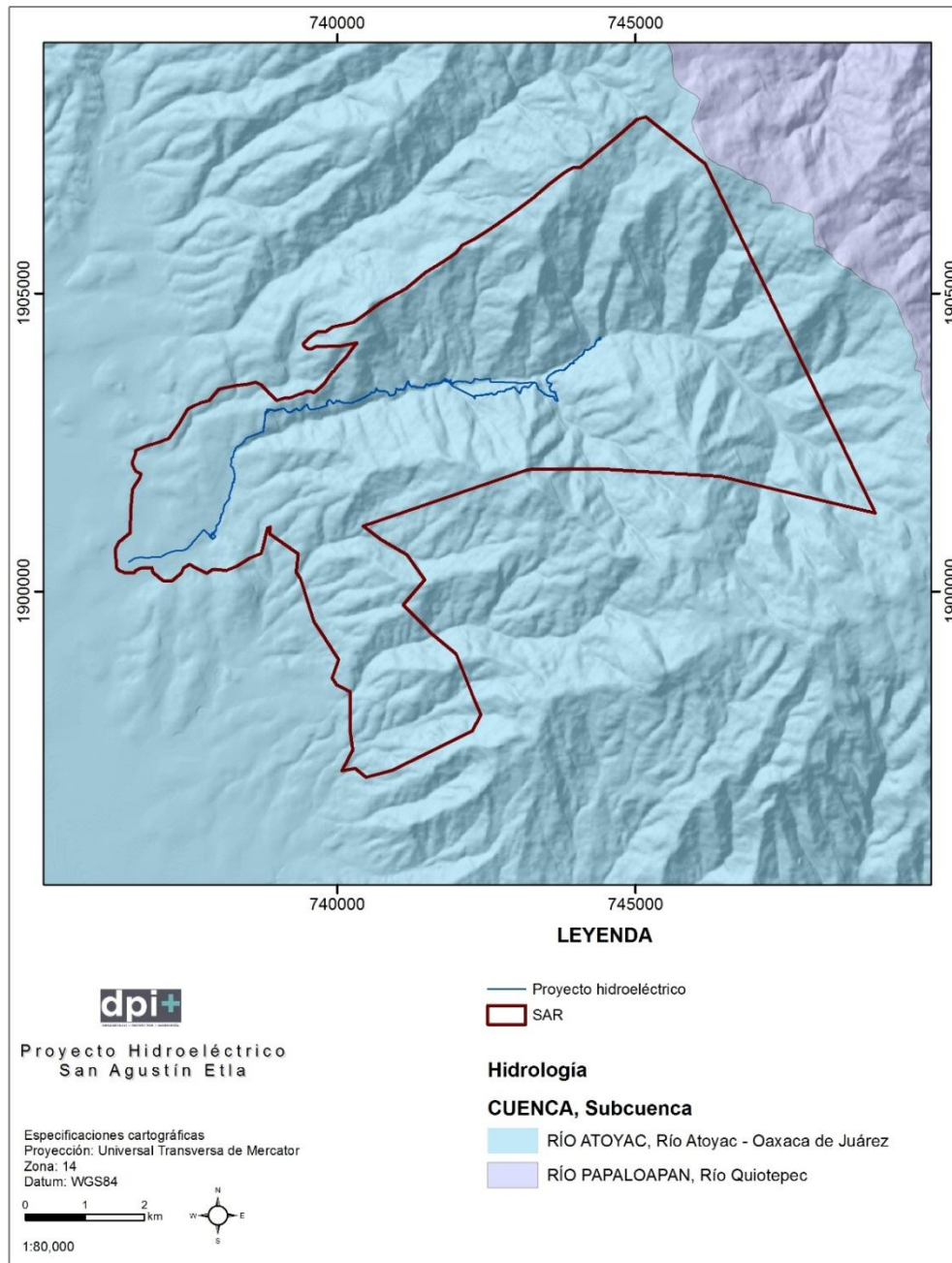


Figura 4-6 Hidrología

4.2.1.4.1 Corrientes intermitentes o perennes

El municipio de San Agustín Etlá tiene registrado como corriente de agua perenne el río San Agustín o Río grande, además de un pequeño canal de aproximadamente de 1 m de ancho, perenne situado a un lado de lo largo del río hasta la planta potabilizadora de agua de San Agustín Etlá.

4.2.1.4.2 Usos principales

Las precipitaciones infiltradas y de los cerros que los rodean; el flujo formado se desplaza en forma de una corriente subterránea hacia las zonas menos elevadas de los Valles de Etlá, Zaachila y Zimatlán, en el conocido Río Atoyac hacen que en esta sección del acuífero, sobre el lecho y próximo al río se localicen 31 pozos con profundidades aproximadas de 40 m y niveles freáticos de 4.5 en promedio, similares al nivel del río y en algunos casos mayor. Proporcionan 70,803 Mm³/d a las plantas potabilizadoras administradas por ADOSAPACO las cuales abastecen a la mancha urbana de Oaxaca y en ciertos casos a la suburbana; a las empresas manufactureras se proporciona 3.863 Mm³/año.

4.2.1.4.3 Calidad del agua

En el estudio presentado por Navarro-Mendoza S. et al. del río Atoyac y su relación con el acuífero alimentador de fuentes de agua “potable” en la ciudad de Oaxaca. Ubicado en la cuenca del río Atoyac, subcuenca del río Atoyac- Oaxaca de Juárez. Incluyendo las zonas menos elevadas como lo son los Valles de Etlá, Zaachila y Zimatlán. Menciona que históricamente, el principal acuífero abastecedor de agua en la ciudad de Oaxaca estuvo sujeto a la presión artesiana, de manera que todos los pozos del fondo del valle llevaban el agua a la superficie sin necesidad de bombeo, sin embargo derivado del propio crecimiento y la escasa cultura del agua ha hecho por un lado que los niveles estén bajando de 50 cm a un metro por año y por otro por las descargas que recibe 50, 488.81 M³/d durante el recorrido en la ciudad, sumadas las provenientes del río salado al sur del mismo 16,018 M³ hacen que el agua extraída presente sustancias ajenas a las que por naturaleza tiene. Los datos químicos obtenidos indican que las aguas subterráneas que se extraen en las proximidades del río presentaron fracciones contaminantes arriba de los

límites permisibles en aguas para consumo humano por infiltraciones del río hacia los pozos muestreados posiblemente por la colmatación por sedimento en el fondo del río originando cierto taponamiento con el cual por un lado disminuya la infiltración y por otro que promueva condiciones sépticas del medio por el que circula el agua, con lo consecuente degradación de materia orgánica biodegradable y sus respectivos productos de reacción. Además por la constitución de las unidades geohidrológicas y la infiltración en la zona, indican que el agua es de libre recarga en la mayoría de los puntos y, por tanto, vulnerables a contaminación derivada de actividades industriales y urbanas en la zona.

4.2.2 Medio biótico

4.2.2.1 Vegetación

Para elaborar los listados de flora y fauna se procedió a la búsqueda y revisión de información bibliográfica y bases de datos, finalmente se seleccionaron las siguientes fuentes: bases de datos de la CONABIO (2016) que contenían las especies de flora y fauna registradas para el SAR de San Agustín ETLA, además de los listados de flora y fauna reportados en plan de desarrollo municipal 2011- 2013. Por último, se cruzaron los registros de las fuentes mencionadas con los obtenidos de las verificaciones de campo para la realización de la presente manifestación de impacto ambiental regional.

4.2.2.1.1 Tipos de vegetación y distribución

En la vegetación que se encuentra dentro del SAR se observan zonas con diferentes tipos de vegetación debido a un gradiente altitudinal generado por la compleja fisiografía que caracteriza el estado con mayor biodiversidad del país y también al sistema ambiental regional. Cabe señalar que en el SAR predomina la vegetación conservada, ya que los dos tipos de vegetación con más superficie cubren el 82.5% de él. Dentro de dicho SAR encontramos dos tipos de vegetación (bosque de pino y bosque de pino-encino) ambos con una distribución de menor a mayor altitud respectivamente. Los usos de suelo más comunes en el SAR son la agricultura de temporal, agricultura de riego, uso urbano y pastizal inducido, todos ellos ocupan las áreas de menor altitud del SAR. Básicamente los cuatro últimos usos de suelo mencionados han sido provocados debido a causas antrópicas acontecidas desde hace decenas de años como agricultura, ganadería y

crecimiento urbano, sin embargo en las zonas medias y altas del SAR se registró vegetación con mayor grado de conservación.

Tabla 4-2 Cobertura y uso de suelo dentro del SAR

Vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Pastizal inducido	24.68	0.5
Agricultura de temporal anual	358.48	6.9
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	1.32	0.0
Bosque de pino-encino	2128.76	40.7
Bosque de encino	2211.52	42.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	18.39	0.4
Agricultura de riego anual y semipermanente	22.92	0.4
Zona urbana	465.25	8.9
	5231.32	100.0

Una pequeña parte del SAR alberga agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual y semipermanente, además de que en esta misma zona se encuentra la zona urbana de San Agustín Etla, mientras que en la mayor parte del resto del SAR se encuentra cubierta por vegetación nativa en un estado de conservación adecuado.



Figura 4-7 Usos de suelo en la parte más baja del SAR

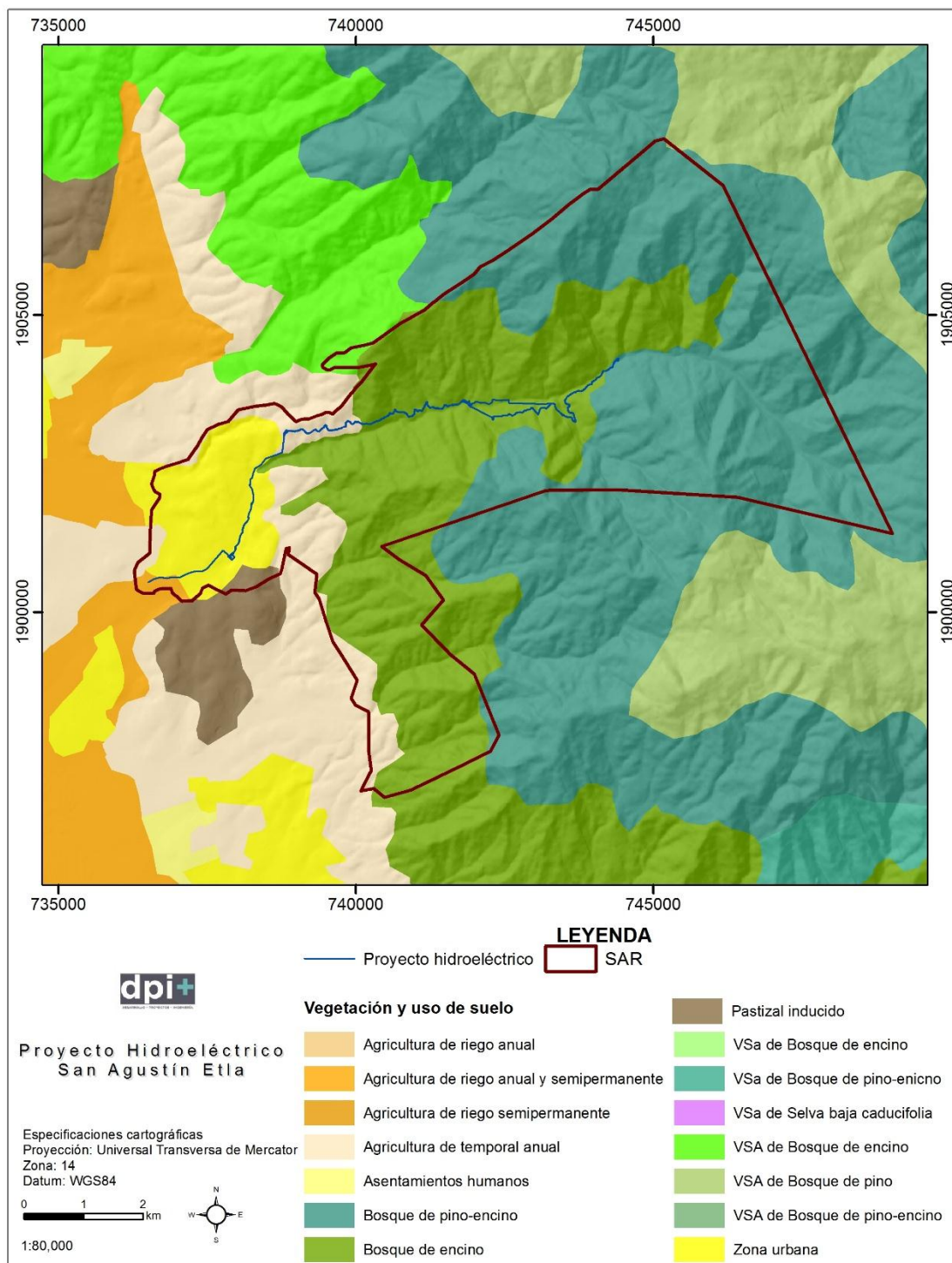


Figura 4-8 Uso de suelo y vegetación en el SAR

Trabajo de campo: Muestreo de la vegetación mediante Transectos de Gentry

Para conocer la magnitud de la riqueza de las especies arbóreas se realizó un muestreo aleatorio simple (Mostacedo 2000), donde se colectaron ejemplares al azar durante cinco días en los tres tipos de vegetación identificados en el SAR (encinar caducifolio, bosque de pino-encino y bosque de galería). Dichos ejemplares fueron prensados al momento de la colecta, para ser determinados posteriormente con la ayuda de claves taxonómicas.

Esta metodología se utiliza para determinar la riqueza de especies de plantas leñosas y suministra información de la estructura de la vegetación. Fue propuesta por A. Gentry (1982) y ha sido ampliamente utilizada en el Neotrópico, lo que permite realizar buenas comparaciones. Este método consiste en censar, en un área de 0.1 ha, todas los individuos cuyo tallo tenga un diámetro a la altura del pecho (DAP medido a 1.3 m desde la superficie del suelo) mayor o igual a 5 cm.

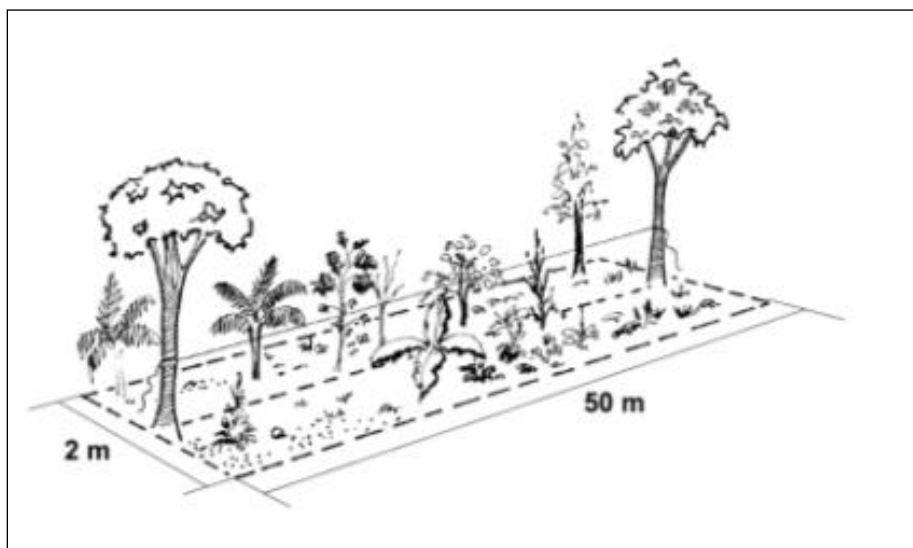


Figura 4-9. Metodología para los transectos Gentry.

Se realizan transectos de 50 x 2 m los cuales se pueden distribuir al azar u ordenadamente, deben estar distanciados uno del otro máximo por 20 m, no se pueden interceptar y en lo posible se deben concentrar en un solo tipo de hábitat o unidad de paisaje. Cada transecto de 50 x 2 m se traza con una cuerda, y con una regla de 1 m se establece la distancia a cada lado de la cuerda. Se censan todos los individuos con DAP mayor o igual a 5 cm que se encuentren dentro del área de muestreo, se colectan muestras de herbario para su identificación, se mide su DAP, se estima su altura, se

registra su hábito de crecimiento y todas las características que permitan reconocerlos posteriormente (si es posible se identifican en campo).

El área de estudio presenta tres tipos de vegetación: bosque de encino caducifolio, bosque de pino-encino y vegetación rarámichi. Dentro de los cuales se realizaron muestreos de vegetación mediante el método de líneas de Gentry (1982), el cual consiste en realizar transectos de 50 x 2 m, donde se toman medidas de todos los árboles dentro del cuadrante que tengan un DAP mayor a 5 cm. Esto con la finalidad de obtener datos de frecuencia, densidad y dominancia relativas y absolutas, así como riqueza y área basal, para poder calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Bosque de encino

Esta vegetación está bien representada en el estado de Oaxaca, pues ocupan amplias áreas en la Sierra Madre de Oaxaca. Usualmente se desarrolla entre 1600 y 2900 m snm, en un clima templado sub-húmedo. Las especies del estrato arbóreo varían de acuerdo con la región, en general está formado por árboles de 4 a 20 m de altura correspondientes a varias especies de encinos como *Quercus conspersa*, *Q. elliptica*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. macdougallii*, *Q. rugosa*, *Q. scytophylla* además *Pinus* spp., *Carpinus caroliniana*, *Styrax argenteus* y *Ternstroenia tepezapote*, los arbustos forman un estrato de 2 a 5 m de altura con especies como *Bejaria aestuans*, *Comarstaphylis discolor*, *Gaultheria acuminata*, *Lyonia squamulosa*, *Litsea glaucescens*, *Myrica corifera*, *Calliandra grandiflora* y *Symplocos austromexicana*, entre las herbáceas se pueden encontrar *Salvia gracilis*, *Arenaria megalantha*, *Lobelia* sp. y *Lupinus* sp. En esta vegetación son comunes las plantas trepadoras como *Bomarea hirtella*, *B. acutifolia*, *Smilax* sp. y las epifitas o rupícolas de las familias *Bromeliaceae* y *Orquidaceae* como *Sobralia macrantha*, *Alamania punicea*, *Prosthechea vitellina*, *Tillandsia imperialis* y *T. usneoides*.



Figura 4-10 Vista del bosque de encino caducifolio en la época seca.



Figura 4-11 Bosque de encino abierto con abundantes arbustos de jarilla (*Dodonia viscosa*) y algunos árboles dispersos de sabino (*Juniperus deppeana*).

Al realizar los transectos de Gentry en este tipo de vegetación, se encontró que predominan los encinos de arado (*Quercus laeta*), huizaches y algunas leguminosas que no se lograron identificar por ser plena época seca y no presentar hojas ni estructuras reproductivas que permitieran su determinación en el herbario. Dentro del transecto que se realizó en este sitio el encino de arado fue la especie con mayor frecuencia, densidad y

dominancia, arrojando valores de 78% para frecuencia y densidad y 90% para la dominancia.

La especie más representativa dentro del IVI fue el encino de arado con 245% de representatividad.

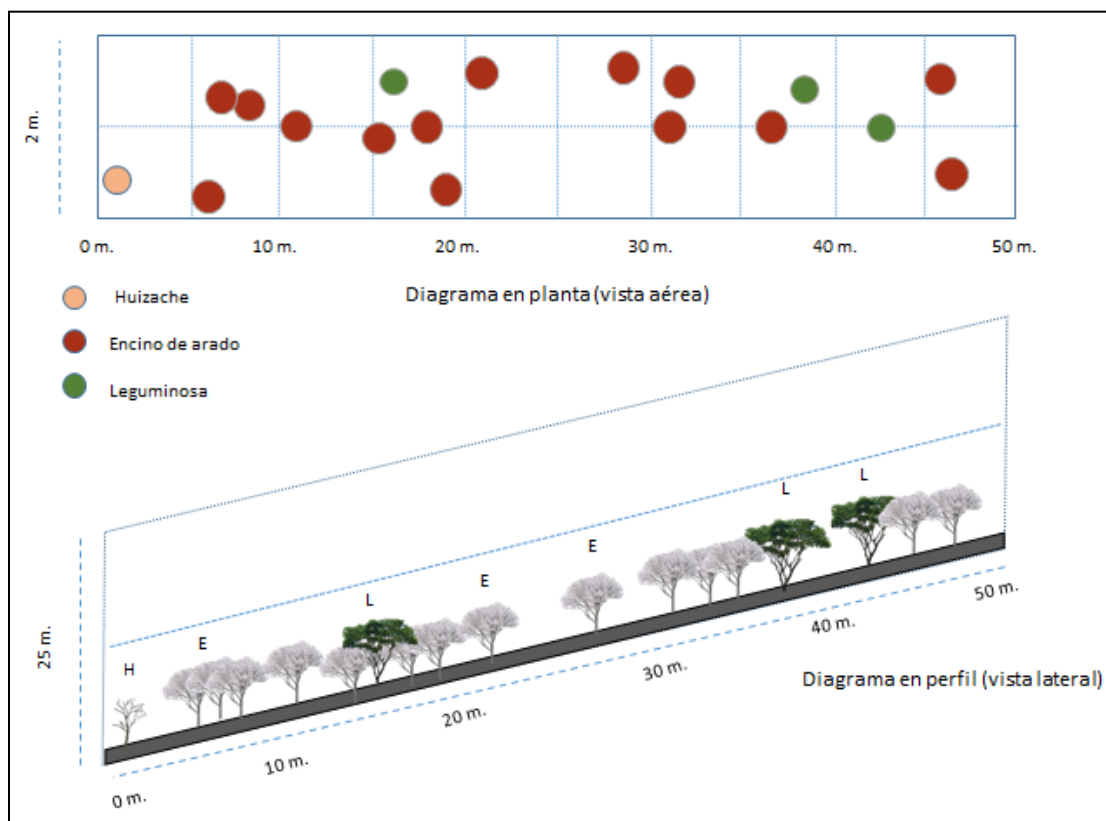


Figura 4-12 Perfil de vegetación del encinar caducifolio.

Bosque de pino y encino

Los bosques de coníferas, tan frecuentes en las zonas de clima templado y frío del hemisferio boreal, también caracterizan muchos sectores del territorio de México, donde presentan amplia diversidad florística y ecológica. Se les encuentra prácticamente desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea; prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo y varios existen sólo en condiciones edáficas especiales. Si bien algunos parecen representar comunidades secundarias, que se mantienen como tales debido al disturbio causado por el hombre, otros corresponden a la fase clímax y al parecer han existido en México desde hace muchos millones de años.

Según Flores et al. (1971), el conjunto de los bosques de coníferas ocupaba cerca de 15% del territorio del país y más de 9/10 de esta superficie corresponde a los de *Pinus* o de *Pinus* y *Quercus*.

La vegetación en esta área se vio representada por diversas especies de encinos, pinos y madroño (*Arbutus xalapensis*).

Se realizaron dos líneas de Gentry en dos sitios diferentes, en la primera línea se obtuvo que el encino cuchara (*Quercus magnoliifolia*) y *Arbutus xalapensis* fueron las especies más frecuentes (43%) y con mayor densidad dentro del transecto (43%), mientras que *Q. magnoliifolia* fue la más dominante (63%), es decir, fue quien presentó los mayores diámetros a la altura del pecho.

En base a los resultados se obtuvo que dentro del IVI *Q. magnoliifolia* es la especie más representativa e importante con un valor de 149.

En la segunda línea las especies con mayor frecuencia y densidad fueron los pinos (*Pinus rudis* y *Pinus teocote*) (33%), en cuanto a dominancia, la especie que sobresalió fue *Pinus rudis* (89%). En cuanto al índice de valor de importancia se obtuvo que *Pinus rudis* fue la más representativa (156%).

En las siguientes dos figuras se muestra el perfil de vegetación de este tipo de hábitat, donde se muestra la estructura espacial de los árboles.

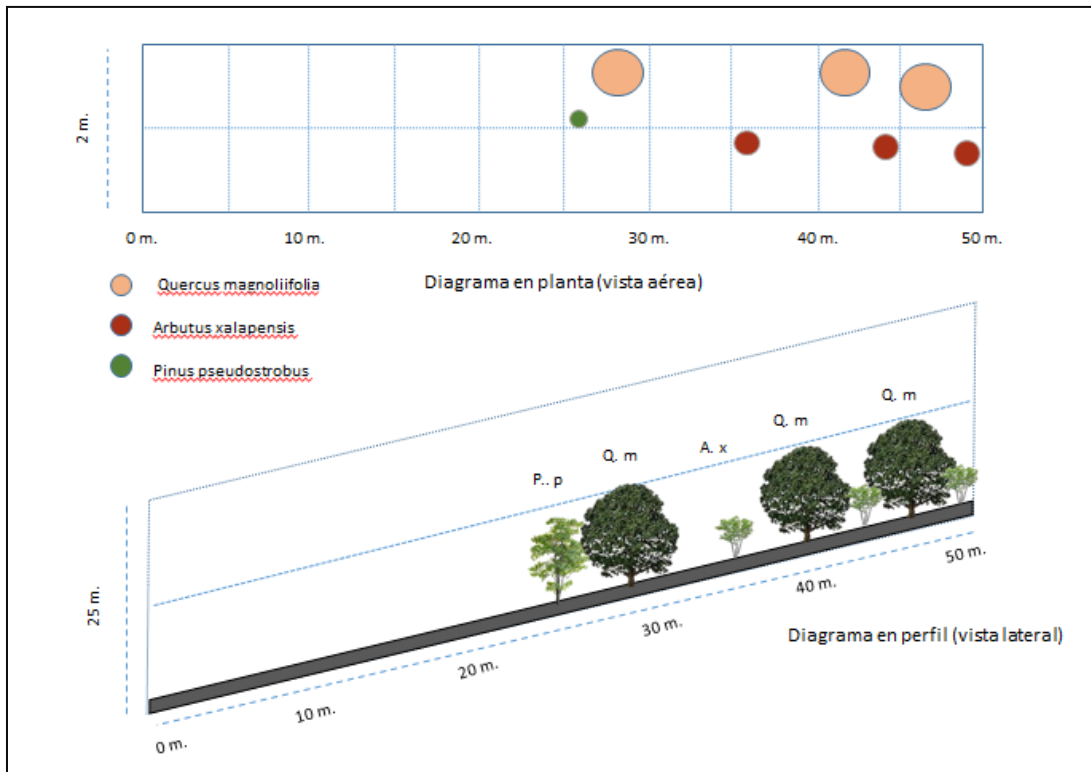


Figura 4-13 Perfil de vegetación de la primera línea de Gentry en el Bosque de pino-encino.

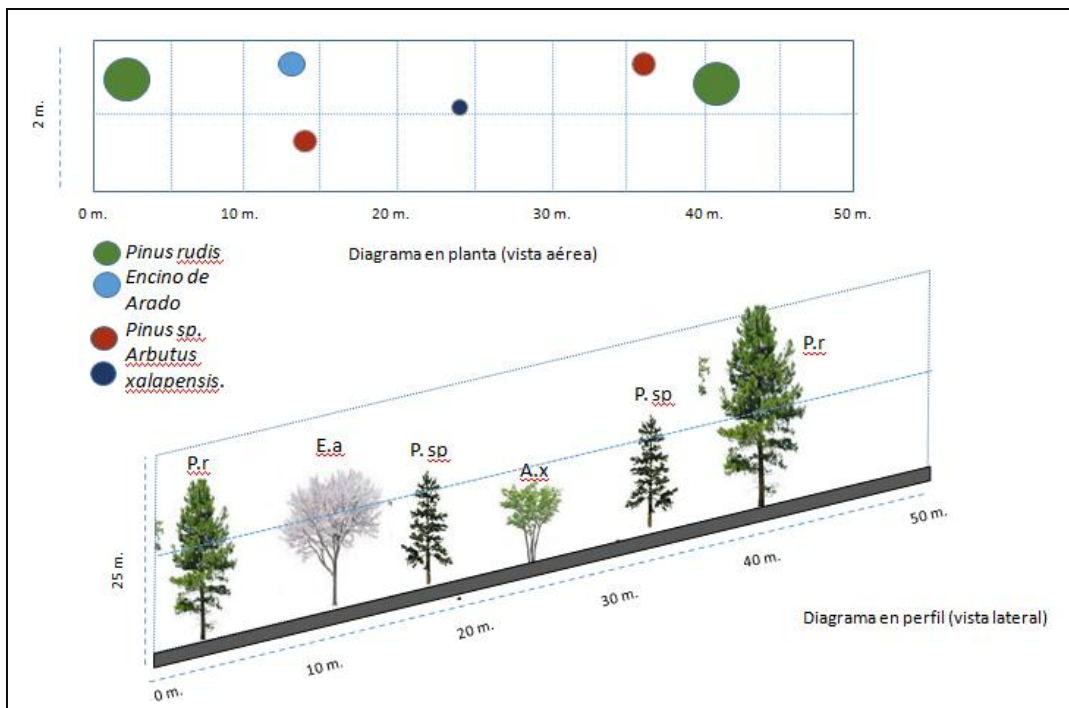


Figura 4-14 Perfil de vegetación de la segunda línea de Gentry en el Bosque de pino-encino.



Figura 4-15 Zonas de traslape del bosque de encino caducifolio (tonos grises) con el bosque de pino-encino (tonos verdes) en las partes más altas del SAR.



Figura 4-16 Bosque de pino-encino dentro del SAR a 2900 msnm.

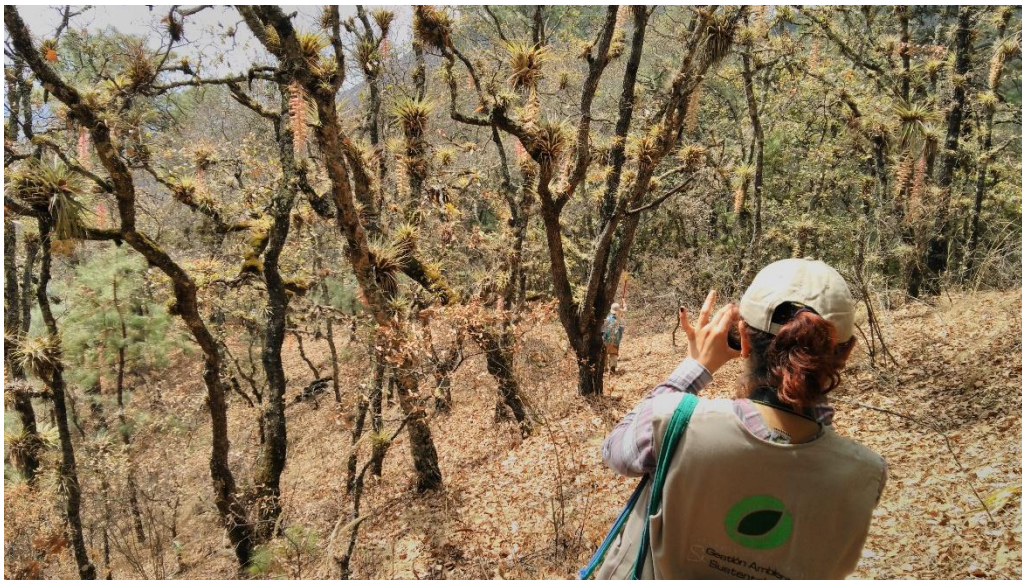


Figura 4-17 Bosque de encino-pino con alta abundancia de bromelias (*Tillandsia prodigiosa*).



Figura 4-18 Bosque de pino en las mayores altitudes del SAR (3050 msnm).

Bosque de galería

Con el nombre de "bosques de galería" se conocen las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Desde el punto de vista fisonómico y estructural se trata de un conjunto muy heterogéneo, pues su altura varía de 4 a más de 40 m y comprende árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente

decidua. Puede incluir numerosas trepadoras y epifitas o carecer por completo de ellas y si bien a veces forma una gran espesura, a menudo está constituido por árboles muy espaciados e irregularmente distribuidos. En la mayor parte de los casos estos bosques han sufrido intensas modificaciones debido a la acción del hombre, incluyendo la introducción y plantación de especies exóticas. En México estos bosques se presentan en altitudes de 0 a 2 800 m y las especies dominantes más características pertenecen a los géneros:

Platanus	Astianthus	Acer
Populus	Ficus	Alnus
Salix	Bambusa	Carya
Taxodium	Inga	Fraxinus
	Pachira	

Los de la primera columna tienen tolerancias ecológicas muy vastas y están ampliamente distribuidos, aunque no se ha visto en altitudes superiores a 2 500 m, mientras que Platanus y Populus tienen una repartición algo irregular, faltando en muchas partes del país. Este último género es quizá de los más típicos en las zonas áridas y semiáridas del norte de México. En la segunda columna aparecen árboles más bien restringidos a condiciones de temperaturas elevadas. De éstos, Ficus es el género más extendido, Inga, Bambusa y Pachira prefieren francamente un clima húmedo, en cambio Astianthus existe en regiones de larga temporada de sequía, donde las corrientes llegan a secarse durante varios meses (Rzedowski 1978).

Este tipo de vegetación es muy difícil de cartografiar y en la zona del SAR se ubica sobre el Río Grande o Río San Agustín, el principal afluente del SAR ya que recibe las aportaciones de una gran cantidad de manantiales en la zona. De la sinuosidad del terreno y la profundidad del suelo depende el grosor de la franja que ocupa el bosque de galería.



Figura 4-19 Bosque de galería, comunidad arbórea a lo largo del Río Grande o San Agustín, cauce principal del SAR.



Figura 4-20 Interior del bosque de galería

Al realizar el muestreo y reconocimiento de este tipo de vegetación se encontraron especies como el maple o negundo (*Acer negundo*), sauce (*Salix bonplandiana*), fresno (*Fraxinus uhdei*), anono (*Annona sp.*), huizache.

En base al transecto realizado se obtuvo que *Annona sp.* fue la especie con mayor frecuencia y densidad (43%), sin embargo *Fraxinus uhdei* fue la especie más dominante con 79%, siendo esta misma especie la más representativa dentro del IVI (136%).

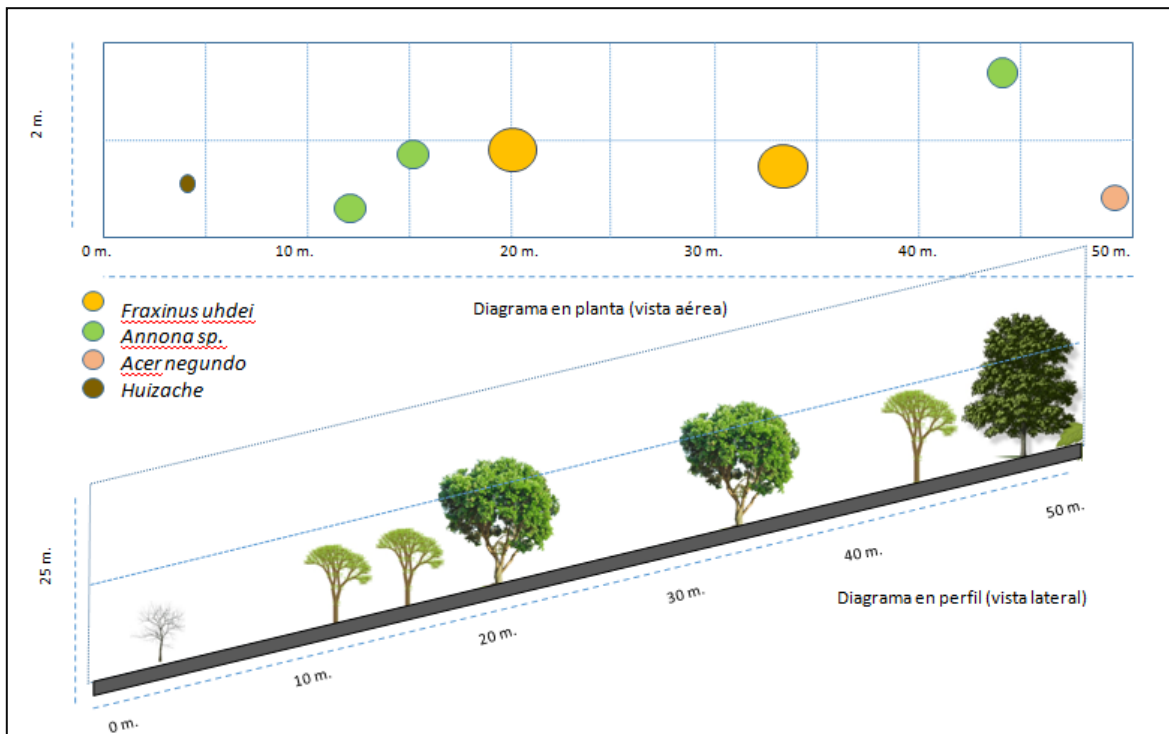


Figura 4-21 Perfil de vegetación en el bosque de galería.



Figura. *Acacia pennatula*, árbol de vegetación secundaria en los terrenos baldíos del pueblo y en la transición con el bosque de encino.



Figura. Izquierda sabino (*Juniperus flaccida*), Derecha jarilla (*Dodonaea viscosa*).



Figura 4-22 Maple (*Acer negundo*), especie arbórea del bosque de galería enlistada en la NOM 059 bajo la categoría sujeta a protección especial.



Figura 4-23. Izquierda: Aile, árbol del bosque de galería (*Alnus acuminata*). Derecha: Aile (*Alnus jorullensis*), árbol del bosque de encino y pino-encino.



Figura 4-24. Mano de león o flor de manita (*Chirantodendron pentadactylon*), especie arbórea enlistada en la NOM 059 en la categoría amenazada.



Figura 4-25 Izquierda: sauce (*Salix humboltiana*) integrante del bosque de galería. Derecha: *Pinus leiophylla* árbol del bosque de pino encino del SAR.



Figura 4-26 Izquierda: *Wigandia urens*, especie arbustiva exótica presente en el SAR. Derecha: zarza (*Rubus* sp.), especie arbustiva abundante en las zonas húmedas del SAR.



Figura 4-27. Izquierda: *Asclepias curassavica* . Derecha: bromelia (*Tillandsia prodigiosa*)



Figura 4-28. Izquierda: *Senna* sp. Derecha: Individuo de papelillo (*Burssera* sp.) especie que no puedo ser identificada por la carencia de hojas, flores o frutos.

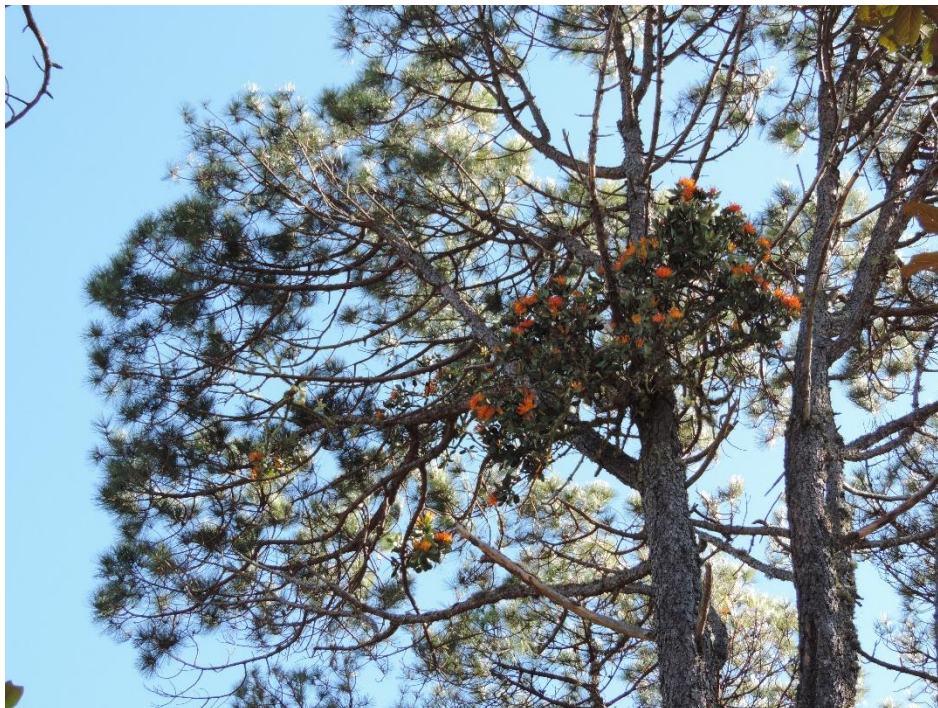


Figura 4-29 Presencia de plantas parásitas en los individuos de mayores dimensiones del bosque de pino-encino.



Figura 4-30 Individuo juvenil de pinabete (*Abies religiosa ssp. hickelii*), especie enlistada en la NOM 059.

Los listados de flora y fauna que se incluyen en el presente apartado, son producto del análisis de las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2015) a quien se solicitó las especies registradas dentro de los límites del SAR, registros de las bases de datos del herbario MEXU de la UNAM disponibles en línea (UNIBIO), registros del jardín botánico de Missouri y por último con los recorridos en campo en todo el SAR.

Tabla 4-3 Listado de especies de flora reportadas para el SAR. Fuente: 1) CONABIO 2015, 2) verificación de campo, 3) UNIBIO (MEXU-UNAM), 4) Missouri jardín botánico.

Familia	Especie	Nombre común	exótica/ invasora	NOM 059	Fuente
Acanthaceae	<i>Dyschoriste capitata</i>				1
Aceraceae	<i>Acer negundo</i>	maple		Pr	2
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	piñuela			1, 2, 3
Amaranthaceae	<i>Iresine calea</i>	amargosillo			1
Apiaceae	<i>Eryngium monocephalum</i>				2
Apocynaceae	<i>Matelea chrysantha</i>				1
Apocynaceae	<i>Matelea gonoloboides</i>				1
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>				2
Asteraceae	<i>Achyrocline deflexa</i>				1
Asteraceae	<i>Ageratina pringlei</i>				1
Asteraceae	<i>Ageratina rupicola</i>				1
Asteraceae	<i>Archibaccharis auriculata</i>				1
Asteraceae	<i>Bidens squarrosa</i>	corrimiento			1
Asteraceae	<i>Brickellia orizabaensis</i>				1, 4
Asteraceae	<i>Calea ternifolia calyculata</i>				1
Asteraceae	<i>Calea ternifolia var. calyculata</i>				3
Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i>	flor de caléndula	Exótica		1
Asteraceae	<i>Cosmos diversifolius</i>				3
Asteraceae	<i>Digitocalia jatrophioides var. pentaloba</i>				3
Asteraceae	<i>Hieracium schultzii</i>				1

Asteraceae	<i>Psacalium amplifolium</i>				3
Asteraceae	<i>Psacalium amplifolium</i>				3
Asteraceae	<i>Psacalium peltatum konzattii</i>				1
Asteraceae	<i>Roldana oaxacana</i>				3
Asteraceae	<i>Senecio callosus</i>				3
Asteraceae	<i>Senecio picridis</i>				3
Asteraceae	<i>Tanacetum parthenium</i>	Santa María	Exótica		1
Asteraceae	<i>Tithonia tubiformis</i>	acahual			1,2
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	aile			2
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>				1,2
Boraginaceae	<i>Hackelia mexicana</i>	pegarropa			1
Boraginaceae	<i>Heliotropium foliosissimum</i>				1
Boraginaceae	<i>Heliotropium limbatum</i>	hierba de la muela			1
Boraginaceae	<i>Lithospermum distichum</i>				1
Boraginaceae	<i>Macromeria exserta</i>				1
Boraginaceae	<i>Macromeria longiflora</i>				1
Boraginaceae	<i>Tournefortia volubilis</i>	hierba del alacrán			1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia prodigiosa</i>	bromelia			2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	casahuate			2
Cucurbitaceae	<i>Echinopepon racemosus</i>				1
Cupresaceae	<i>Juniperus flaccida</i>	sabino			2
Cyperaceae	<i>Carex anisostachys</i>				1
Cyperaceae	<i>Carex azteca</i>				1
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata suberecta</i>				1
Cyperaceae	<i>Scirpus lacustris</i>	tule			1
Cyperaceae	<i>Scleria bracteata</i>				3
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	madroño			2
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	manzanita			2
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	chaya			1
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus glaucooides</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus greggii</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus laeta</i>	Encino de arado			2
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	encino laurel			2
Fagaceae	<i>Quercus magnoliifolia</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	encino			2
Garryaceae	<i>Garrya sp.</i>				2
Hidrophyllaceae	<i>Wigandia urens</i>		Exótica		2
Lamiaceae	<i>Salvia cinnabarina</i>				1
Lamiaceae	<i>Salvia longistyla</i>				3
Lamiaceae	<i>Salvia polystachya polystachya</i>				1
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i>	laurel		P	2
Leguminosae	<i>Dalea obovatifolia</i>				1
Leguminosae	<i>Dalea virgata</i>				1
Leguminosae	<i>Erythrina americana</i>				1
Leguminosae	<i>Mimosa albida albida</i>				1
Leguminosae	<i>Senna holwayana</i>				3
Leguminosae	<i>Senna holwayana holwayana</i>				1

Leguminosae	<i>Senna sp</i>				2
Malvaceae	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	mano de león		A	2
Moraceae	<i>Ficus retusa</i>	laurel de la india	Exótica		2
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	eucalipto	Exótica		2
Orobanchaceae	<i>Castilleja subalpina</i>				1
Orobanchaceae	<i>Lamourouxia multifida</i>				1
Pinaceae	<i>Abies religiosa ssp hickelii</i>	pinabete		P	2
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i>	pino			2
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>				2
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>				2
Pinaceae	<i>Pinus rudis</i>				2
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	pino			2
Piperaceae	<i>Peperomia macrandra</i>				1
Poaceae	<i>Bouteloua alamosana</i>				1
Poaceae	<i>Zea mays mays</i>	maíz abajeño			1
Rosaceae	<i>Holodiscus argenteus</i>				1
Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	zarza			2
Rubiaceae	<i>Bouvardia viminalis</i>				3, 4
Rubiaceae	<i>Bouvardia xestosperma</i>				1
Salicaceae	<i>Salix bomplandiana</i>	sauce			2
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	jarilla			2
Solanaceae	<i>Cestrum lanatum</i>				2
Solanaceae	<i>Physalis solanacea</i>				3
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>				1
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i>	mastuerzo			1
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	espadaña, tule			1, 2

4.2.2.1.2 Usos de vegetación en la zona

Durante los recorridos en el sitio del proyecto prácticamente no se observaron personas haciendo uso de los recursos vegetales debido a que la comunidad indígena de San Agustín Etlá ha establecido desde hace años lineamientos muy estrictos que restringen notablemente el aprovechamiento de recursos vegetales con fines comerciales, de hecho durante los recorridos de campo se observó una alta cantidad de troncos de árboles adultos derribados en el suelo por problemas de plagas, enfermedades y contingencias climáticas pero la propia comunidad tomó la decisión de que esa madera no se extrajera para venta y fuera dejada en los mismos sitios. Según miembros de la comunidad indígena, existe una regulación muy cuidadosa sobre los procesos de extracción de recursos naturales pero se permite la recolecta de algunos productos sobre todo leña mientras sea con fines de subsistencia.

Los guías de campo refirieron los usos locales de algunas especies las cuales en su mayoría no pudieron ser ubicadas ni identificadas por haberse visitado los sitios en plena época seca en la que muchos de las especies vegetales no están en ese momento o carecen de follaje o estructuras reproductivas para identificarlas. Algunas de estas especies son: suelda o consuelda (presumiblemente *Agonandra racemosa*) que se usa para curar golpes y fracturas, el timbre que se usa para curtir pieles, el encino de arado (*Quercus laeta*) para hacer adornos en festividades religiosas, el palo dulce (al parecer es una laurácea que se usa para tratar la diabetes, el pericón (*Tagetes* sp.) que es usado para dar un mejor sabor a bebidas alcohólicas destiladas.

4.2.2.1.3 Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección

Dentro del SAR se reporta la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, específicamente cuatro especies de árboles; el maple o negundo *Acer negundo* var. *mexicanum* (sujeta a protección especial), la manita, mano de león o flor de manita *Chirantodendron pentadactylon* (amenzada), el laurel *Litsea glaucesens* y el oyamel o pinabete *Abies religiosa* ssp. *hickelii*, estas dos últimas en peligro de extinción. De las cuatro especies enlistadas en la NOM 059, durante los recorridos de campo se pudo verificar la presencia de tres de ellas dentro del SAR con la excepción del laurel *Litsea glaucesens* que aunque fue referido por los guías locales no fue posible observarlo.

4.2.2.2 Fauna

4.2.2.2.1 Aves

Para la obtención de un listado de aves del Sistema Ambiental Regional de San Agustín Etlá se realizaron *Avistamientos*, es decir, recorridos de campo durante los cuales se registraban aquellas especies de aves que fuesen escuchadas o vistas. Los recorridos se realizaban en las mañanas de 7:00 a 12:00 y por las tardes de 16:00 a 18:00 horas. Además, se realizaron 4 puntos de conteo por tipo de vegetación (pino-encino, encinar caducifolio y bosque de galería), los cuales consisten en registrar todas las aves observadas y escuchadas en lapsos de media hora (incluyendo la abundancia por especie).

Se registró un total de 79 especies de aves pertenecientes a ocho órdenes y 27 familias. De las cuales siete especies están en la NOM-059, incluyendo dos amenazadas (*Geothlypis tolmiei* y *Vireo brevipennis*), una en peligro de extinción (*Cyanolyca nana*) y cuatro sujetas a protección especial (*Accipiter cooperii*, *Accipiter striatus*, *Aimophila notosticta*, *Myadestes occidentalis*). Dentro del listado de la IUCN 78 especies están en preocupación menor y solamente una en la categoría de vulnerable (*Cyanolyca nana*). En cuanto al endemismo se registraron 9 especies endémicas, 4 semiendémicas y 4 cuasiendémicas. En la residencia 24 especies son de algún tipo de migratorias, así mismo 66 especies son residentes.

Tabla 4-4 Especies de aves registradas en San Agustín Etla mediante recorridos de campo.

Residencia: R= Residente, MI- Migratorio, MV- Migratorio de verano, T- Transitoria, A- Accidental, O- Oceánica

NOM-059: Categoría de riesgo de acuerdo a la Norma-059-SEMARNAT-2010, E- Probablemente extinta en el medio silvestre, P- En peligro de extinción, A- Amenazada, Pr- Sujeta a protección especial.

IUCN: Categoría de riesgo de acuerdo a la IUCN. EX- Extinto, EW- Extinto en estado silvestre, CR- En peligro crítico, EN- En peligro, VU- Vulnerable, NT- Casi amenazado, LC- Preocupación menor, DD- Datos insuficientes, NE- No evaluado, NR- No reconocida como especie por la IUCN.

Endemismo: E endémica estricta de México, CE cuasiendémica, SE semiendémica.

BPE bosque de pino encino, BEC bosque de encino caducifolio, BG bosque de galería

Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia	NOM-059	Endemismo	BPE	BEC	BG
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	MI,R	Pr		x	x	x
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela	MI,R	Pr		x	x	x
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	R,MI			x	x	x
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca	R			x	x	x
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	R			x	x	x
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	R			x	x	x
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	R			x		x
Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	R			x		
Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	R			x		x
Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Canelo	MI			x		
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	R				x	x
Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma Encinera	R,MI			x		
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	R,MI					x
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	R			x	x	x
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Pálida	R		EN			x
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	R			x		
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	R,MI,MV		SE		x	x
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	R				x	x
Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	MI					x
Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Trepadorcito Americano	R,MI			x		
Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	Chara de Collar	R				x	
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	R			x	x	x
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Copetona	R			x		
Corvidae	<i>Cyanolyca nana</i>	Chara Enana	R	P	EN	x		
Emberizidae	<i>Aimophila notosticta</i>	Zacatonero Oaxaqueño	R	Pr	EN		x	x
Emberizidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	Rascador Gorra Castaña	R			x		
Emberizidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador Gorra Canela	R		EN	x		

Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	R		CE	x	x	x
Emberizidae	<i>Melospiza albicollis</i>	Rascador Oaxaqueño	R		EN		x	x
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	R					x
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	R					x
Furnariidae	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos Mexicano	R		EN	x		
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	MI					x
Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	R,MV,MI		SE	x		
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	R					x
Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler	R				x	x
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	R					x
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul	R		EN		x	x
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	R				x	x
Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero Embridado	R					x
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	R		CE		x	x
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	MI			x		
Parulidae	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	R		EN	x		
Parulidae	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe Cara Roja	MI,MV		SE			x
Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	MI	A				x
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	MI				x	x
Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito Alas Negras	R			x	x	x
Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	R			x		x
Parulidae	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe Cejas Blancas	R			x		x
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	MI,R			x		x
Parulidae	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	MI			x		
Parulidae	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend	MI			x		x
Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotoero Enmascarado	R			x		
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	MI,R			x	x	x
Ptiliognatidae	<i>Ptiliognys cinereus</i>	Capulínero Gris	R		CE		x	x
Tityridae	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	R					x

Troglodytidae	<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca Barrada	R		EN	x		
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	R					x
Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	R				x	
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común	R,MI,T					x
Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal Canelo	T			x		
Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola Canela	MI			x		x
Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	R	Pr		x	x	x
Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	R					x
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo Dorso Canela	R		EN			x
Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	R				x	x
Tyrannidae	<i>Empidonax sp</i>	Papamoscas				x	x	x
Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas Copetón	R				x	x
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	R					x
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	R					x
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	R					x
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	R,MI					x
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	R				x	x
Vireonidae	<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo Pizarra	R	A	EN			x
Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo Reyezuelo	R					x
Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	MI			x		
Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Coa Elegante	R				x	x
Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Coa Mexicana	R			x		

*Información obtenida de Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas- Canales, V. Rodríguez- Contreras, L. A. Sánchez- Gonzáles, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombre comunes. CONABIO, México D. F.



Figura 4-31 Gavilán de cooper (*Accipiter cooperi*) y gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*)



Figura 4-32 Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y milano cabeza blanca (*Elanus leucurus*)

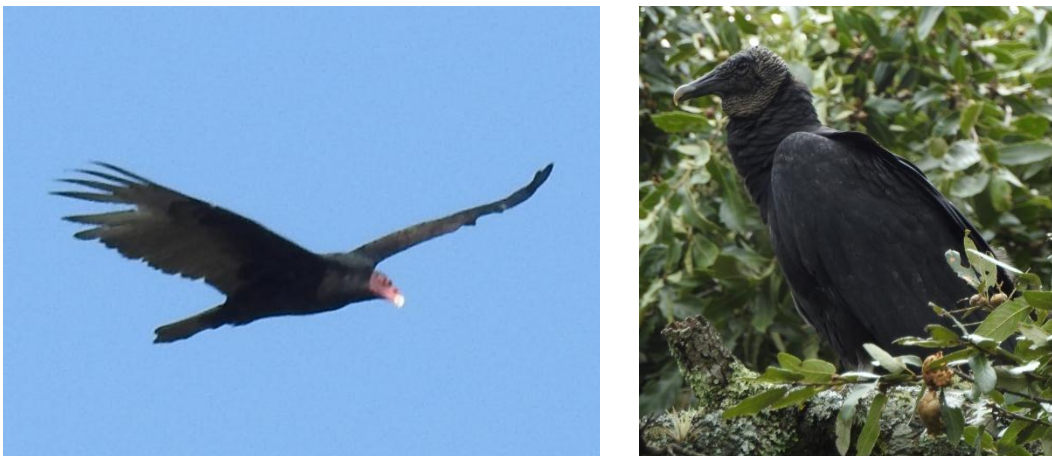


Figura 4-33 Zopilote aura (*Cathartes aura*) y zopilote común (*Coragyps atratus*)



Figura 4-34 Colibrí berilo (*Amazilia beryllina*) y colibrí magnífico (*Eugenes fulgens*)



Figura 4-35 Colibrí zafiro orejas blancas (*Hylocharis leucotis*) y colibrí zumbador canelo (*Selasphorus rufus*)



Figura 4-36 Tortolita cola larga (*Columbina inca*) y paloma encinera (*Patagioenas fasciata*)



Figura 4-37 Paloma alas blancas (*Zenaida asiática*) y caracará (*Caracara cheriway*)



Figura 4-38 Sastrecillo (*Psaltriparus minimus*) y picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*)



Figura 4-39 Piranga encinera (*Piranga flava*) y piranga capucha roja (*Piranga ludoviciana*) hembra y macho



Figura 4-40 Trepadorcito americano (*Certhia americana*) y chara de collar (*Aphelocoma californica*)



Figura 4-41 Chara copetona (*Cyanocitta stelleri*) y chara enana (*Cyanolyca nana*)



Figura 4-42 Zacatonero oaxaqueño (*Aimophila notosticta*) y rascador gorra castaña (*Arremon brunneinucha*)



Figura 4-43 Junco ojos de lumbre (*Junco phaeonotus*) y rascador oaxaqueño (*Melospiza albicollis*)

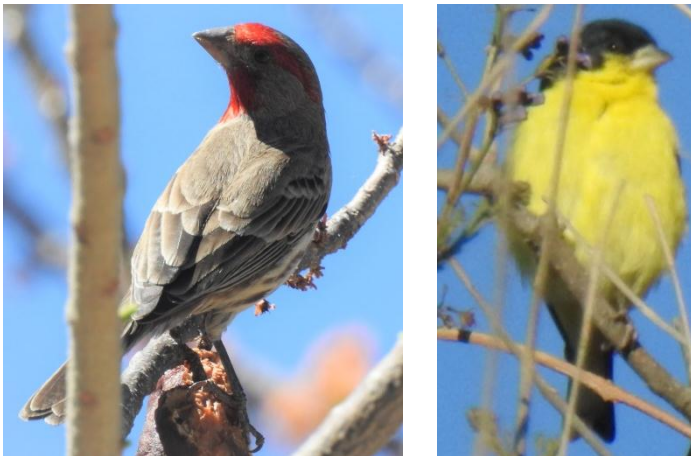


Figura 4-44 Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y jilguero dominico (*Spinus psaltria*)

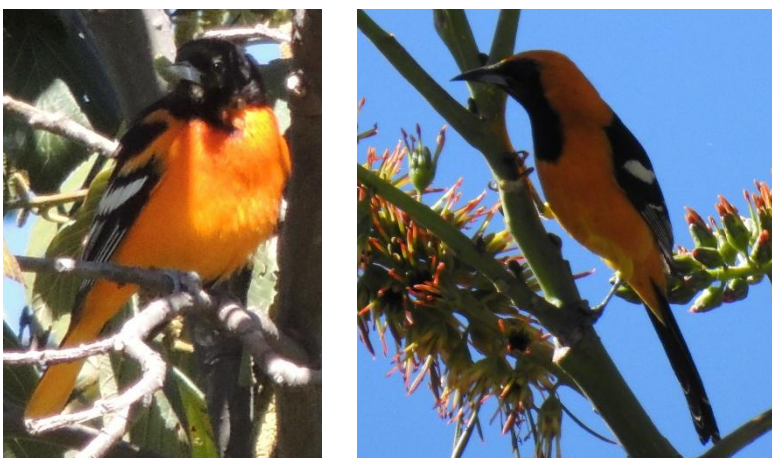


Figura 4-45 Calandria de Baltimore (*Icterus gálbula*) y calandria dorso rayado (*Icterus pustulatus*)



Figura 4-46. Calandria de wagler (*Icterus wagleri*) y zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*)



Figura 4-47 Mulato azul (*Melanotis caerulescens*) y cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*)



Figura 4-48 Carbonero enbridado (*Baeolophus wollweberi*) y chipe gorra canela (*Basileuterus rufifrons*)



Figura 4-49 Chipe corona negra (*Cardellina pusilla*) y chipe cara roja (*Cardellina rubrifrons*)



Figura 4-50 Chipe lores negros (*Geothlypis tolmiei*) y chipe trapador (*Mniotilta varia*)



Figura 4-51 Pavito alas negras (*Myioborus miniatus*) y pavito alas blancas (*Myioborus pictus*)



Figura 4-52 Chipeces blancas (*Oreothlypis superciliosa*) y chipe rabadilla amarilla (*Setophaga coronata*)



Figura 4-53 Chipeces cabeza amarilla (*Setophaga occidentalis*) y chipe de Townsend (*Setophaga townsendi*)

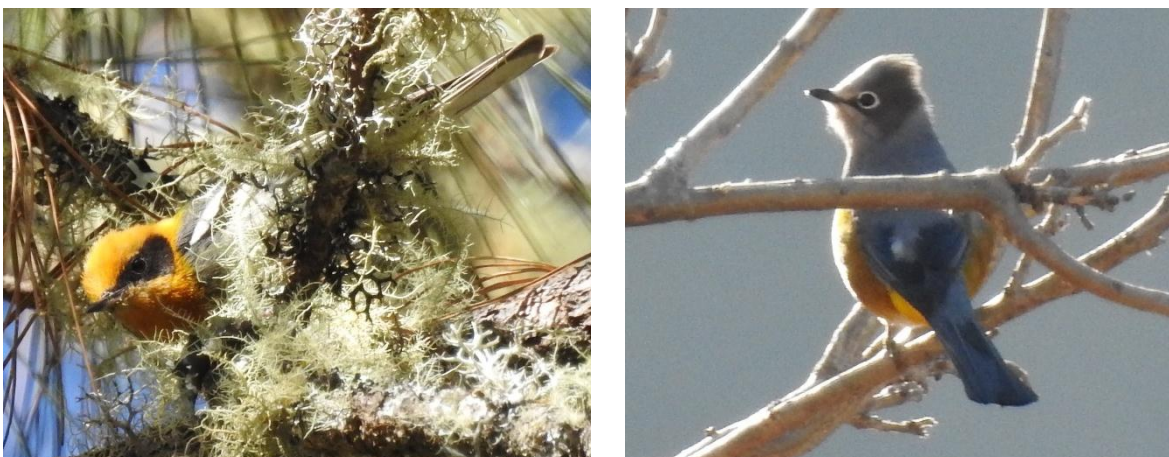


Figura 4-54 Ocotero enmascarado (*Peucedramus taeniatus*) y capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*)



Figura 4-55 Cabezón degollado (*Pachyramphus aglaiae*) y saltapared barranqueño (*Catherpes mexicanus*)



Figura 4-56 Saltapared cola larga (*Thryomanes bewickii*) y saltapared común (*Troglodytes aedon*)



Figura 4-57 Zorzal canelo (*Catharus fuscescens*) y zorzal cola canela (*Catharus guttatus*)



Figura 4-58 Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*) y mirlo garganta blanca (*Turdus assimilis*)



Figura 4-59 Papamoscas José maría (*Contopus pertinax*) y mosquerito (*Empidonax* sp.)



Figura 4-60 Papamoscas copetón (*Mitrephanes phaeocercus*) y papamoscas triste (*Myiarchus tuberculifer*)



Figura 4-61 Luisito común (*Myiozetetes similis*) y Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*)



Figura 4-62 Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*) y tirano pirirí (*Tyrannus melancholicus*)



Figura 4-63 Vireo pizarra (*Vireo brevipennis*) y carpintero moteado hembra (*Sphyrapicus varius*)



Figura 4-64 Carpintero moteado macho (*Sphyrapicus varius*) y Coa mexicana (*Trogon mexicanus*)

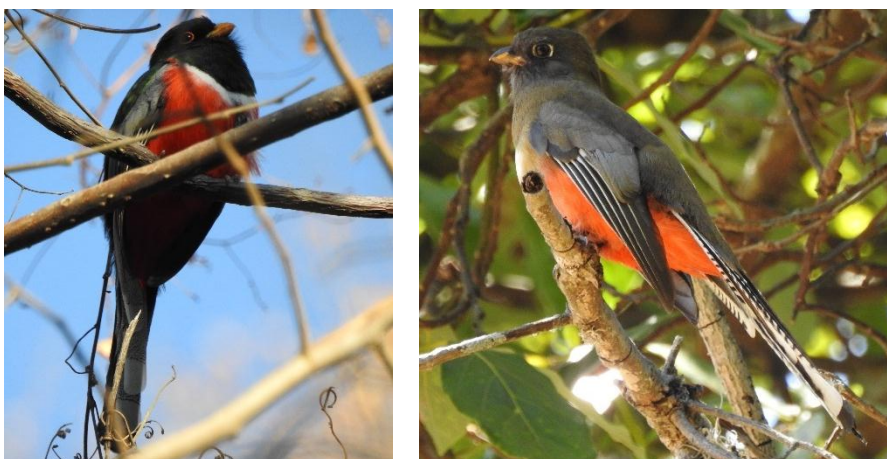


Figura 4-65 Coa elegante (*Trogon elegans*), (Izquierda macho y derecha hembra)

Análisis estadísticos

Los puntos de conteo fueron analizados mediante un programa estadístico en el cual se examinó diversidad alfa con el índice de Shannon, diversidad beta con el índice de Jaccard (presencia y ausencia) y el de Bray-Curtis (abundancia). La diversidad alfa corresponde con la riqueza de especies que hay con un hábitat determinado, para lo que el índice de Shannon indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Mientras que la diversidad beta es la variación que hay entre hábitats dentro de un mismo ecosistema (grado de recambio de especies), para lo que se utilizaron dos índices de similitud: Jaccard; el cual mide la similitud entre la presencia o ausencia de especies, Bray-Curtis (coeficiente de similitud-cuantitativo) el cual mide la similitud mediante las abundancias y de las especies.

De acuerdo a los valores obtenidos en el índice Shannon la vegetación que obtuvo que la mayor diversidad fue en el bosque de galería, seguido de pino-encino y por último el encinar caducifolio. Posteriormente se compararon los valores obtenidos en Shannon con una T de student, en el que solo resultaron ser diferentes, el bosque de galería al encinar caducifolio.

Tabla 4-5 Índice de Shannon y prueba post-hoc T. de student.

Índice de Shannon		T. student			
		Riparia	Encinar	Pino-Encino	
Riparia	2.7549	Riparia	0.030901	0.52183	
Encinar	2.2813	Encinar	0.030901	0.081522	
Pino-Encino	2.6503	Pino-Encino	0.52183	0.081522	

(Los valores en rojo son la significancia estadística de una prueba de t de student para evaluar la diversidad alfa de shannon entre sitios)

Los índices de similitud fueron similares en cuanto al uso de presencia-ausencia de especies o abundancias de individuos. Se observaron más especies compartidas entre el bosque de galería y encinar caducifolio con una similitud del 25% y 22%, para Jaccard y Bray-Curtis respectivamente. Mientras que la similitud del bosque de galería con pino-encino y encinar caducifolio con pino-encino, presentaron porcentajes menores del 8% para ambos índices.

Tabla 4-6 Índices de similitud. Índice de Jaccard (izquierda), Bray Curtis (derecha).

Índice de Jaccard					Bray Curtis			
	B. Galería	Encinar	Pino-Encino		B. Galería	Encinar	Pino-Encino	
	1	0.258	0.078		1	0.226	0.066	
Encinar	25%	1	0.030		Encinar	22%	1	0.043
Pino-Encino	7%	3%	1		Pino-Encino	6%	4%	1

4.2.2.2 Anfibios y Reptiles

La megadiversidad biológica de México constituye un privilegio y un potencial para el desarrollo del país, su abrupta topografía y su amplio mosaico de climas y tipos de vegetación constituyen una heterogeneidad en el paisaje que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas colocándonos como la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies (CONABIO 2006, Espinosa et al. 2008).

En cuanto a herpetofauna respecta, México ocupa el segundo lugar en reptiles con 803 especies y el quinto lugar mundial en diversidad de anfibios con 361 especies (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004), lo que representa aproximadamente el 10.9 % de la herpetofauna mundial. Los anfibios y reptiles además de su importancia como componentes de la diversidad biológica juegan un papel ecológico muy importante como consumidores primarios, secundarios y depredadores (Whitfield y Donnelly 2006); sin embargo y a pesar de su importancia biológica, actualmente la herpetofauna es uno de los grupos de vertebrados terrestres más amenazados por las alteraciones del hábitat de origen humano (Stuart et al. 2004, IUCN 2006).

A nivel estatal, Oaxaca destaca por su riqueza de especies de vertebrados, en particular en los bosques de encinos y los bosques mesófilos de montaña (Flores y Gerez 1994). En cuanto a herpetofauna respecta, el estado posee el mayor número y proporción de especies endémicas en relación con el resto de las entidades federativas del país (Casas-

Andréu et. al 2004). Sin lugar a dudas, la herpetofauna de Oaxaca es la más grande de cualquier estado en México registrándose para el 2015 un total de 442 especies de reptiles y anfibios (Mata-Silva et al. 2015).

No cabe duda que Oaxaca es el estado más rico del país en herpetozoos (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006, Mata-Silva et al. 2015), los cuales siguen incrementándose año con año. Por ejemplo, en 1996 se conocían 359 especies (118 de anfibios y 241 de reptiles) (Casas-Andréu et al. 1996), de 1997 hasta 2003, el número de especies de anfibios y reptiles aumentó a 378 (133 de anfibios y 245 de reptiles) (Casas-Andréu et al. 2004) y para 2006 se incrementó a 425 especies (Ochoa-Ochoa & Flores-Villela 2006, García-Grajales 2008). Estudios más recientes indican que el número de herpetozoos para el estado es 442 especies (106 anuros, 41 salamandras, dos cecilias, tres cocodrilidos, 271 squamatos, y 19 tortugas), esto es un indicativo de que hacen falta estudios herpetofaunísticos básicos en el estado (Mata-Silva 2015).

Para el municipio de San Agustín Etla la CONABIO reporta un total de 6 especies de anfibios y reptiles lo cual indica la falta de estudios en materia de biodiversidad herpetofaunística para el municipio, por lo que el objetivo de este trabajo es conocer e incrementar el listado de especies en diferentes tipos de vegetación del SAR en San Agustín Etla, Oaxaca, así como Evaluar el status de las especies dentro de la zona en base a los listados de vulnerabilidad de La Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

METODOLOGÍA

Búsqueda de la especies.

Se llevaron a cabo muestreos herpetofaunísticos en 3 diferentes tipo de vegetación (los más importantes del SAR), Bosque de encino caducifolio (BEC), bosque de pino-encino (PE) y bosque de galería (BG), para poder evaluar los cambios en la riqueza y abundancia de la especies de anfibios y reptiles. Estos muestreos se hicieron durante el mes de Febrero del 2017. Se realizó una búsqueda intensiva durante el día (7:00 a 12 horas) y durante la noche (18:00 a 22:00 horas) para igualar el esfuerzo de muestreo en horas-persona por tipo de vegetación.

Tanto anfibios como reptiles fueron buscados visualmente entre la vegetación y la superficie del suelo, incluyendo la remoción de piedras, hojarasca, materia orgánica, troncos y objetos que pudieran servir de refugios para la herpetofauna. Todos los individuos encontrados fueron capturados, identificados hasta el nivel de especie, posteriormente medidos y pesados.

Análisis de datos

Se graficaron los valores de diversidad, abundancia y riqueza de las especies por tipo de vegetación, se estimó el índice de diversidad de Shannon (H') utilizando el programa EstimateS (Cowell 2009).

Para evaluar la estructura de los ensambles herpetofaunísticos se construyeron curvas de abundancia de especies para cada ensamblaje herpetofaunístico. Se utilizaron los datos de cada uno de los sitios y se graficó la abundancia relativa de las especies (escala logarítmica) contra el rango de especies, de la especie más abundante a la especie más rara. Estas curvas facilitan la comparación de la información sobre la estructura y composición entre comunidades (Gotelli y Graves 1996, Magurran 2004).

RESULTADOS

Herpetofauna muestreada

Se registraron en total 45 individuos de 14 especies (2 especies de anfibios, 9 especies de lagartijas y 3 especies de serpientes). El 48.8% de los individuos se registró en el bosque de galería (R), el 28.8% en pino-encino (PE) y el 22.2% en el bosque de encino caducifolio (BEC). De las 14 especies registradas, diez son endémicas al país, siendo dos de ellas endémicas al estado de Oaxaca (*Thorius aureus* y *Barisia planifrons*). Seis especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059 en las categorías de protección especial y amenazada) y solo una especie (*Thorius aureus*) se encuentra bajo la categoría de peligro crítico en la IUCN.

Tabla 4-7 Especies registradas y categorías de riesgo de la herpetofauna del municipio de San Agustín Etla,

Oaxaca. NE = No Endémica, E = Endémica a México, E* = Endémico a Oaxaca, Pr= Protección especial, A= Amenazada; Cr = Critically Endangered (en peligro crítico), LC = Least Concern (preocupación menor), NT = Near Threatened (casi amenazada), DD = Data Deficient (Datos insuficientes).

Clase	Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estatus NOM-059	Estatus IUCN
Amphibia	Anura	Plaetodontidae	<i>Thorius aureus</i>	E*		Cr
		Craugastoridae	<i>Craugastor mexicanus</i>	E		Lc
Reptilia	Squamata	Anguidae	<i>Barisia planifrons</i>	E*		
			<i>Mesaspis viridiflava</i>	E	Pr	Lc
		Dactyloidae	<i>Anolis subocularis</i>	E	Pr	DD
		Prynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	NE	Pr	Lc
			<i>Sceloporus salvini</i>	E	A	DD
			<i>Sceloporus siniferus</i>	NE		Lc
			<i>Sceloporus spinosus</i>	E		Lc
		Scinsidae	<i>Plestiodon brevirostris</i>	E		Lc
		Teiidae	<i>Aspidoscelis mexicana</i>	E	Pr	Lc
		Colubridae	<i>Pituochis lineaticollis</i>	NE		Lc
			<i>Trimorphodon tau</i>	E		Lc
		Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	NE	Pr	Lc

Abundancia, riqueza y diversidad de herpetofauna por tipo de vegetación

La mayor abundancia de individuos se encuentra en el bosque de galería, seguido del sitio de Pino-Encino y finalmente el Bosque de Encino Caducifolio es el que presenta menor abundancia. En cuanto a la riqueza de especies, el Bosque de Pino-Encino es el que presenta los mayores valores; mientras que el Bosque de Encino Caducifolio y el bosque de galería presentan valores similares. Finalmente la mayor diversidad de especies se encuentra en el Bosque de Pino-Encino, seguido por el Bosque de Encino Caducifolio y el bosque de galería.

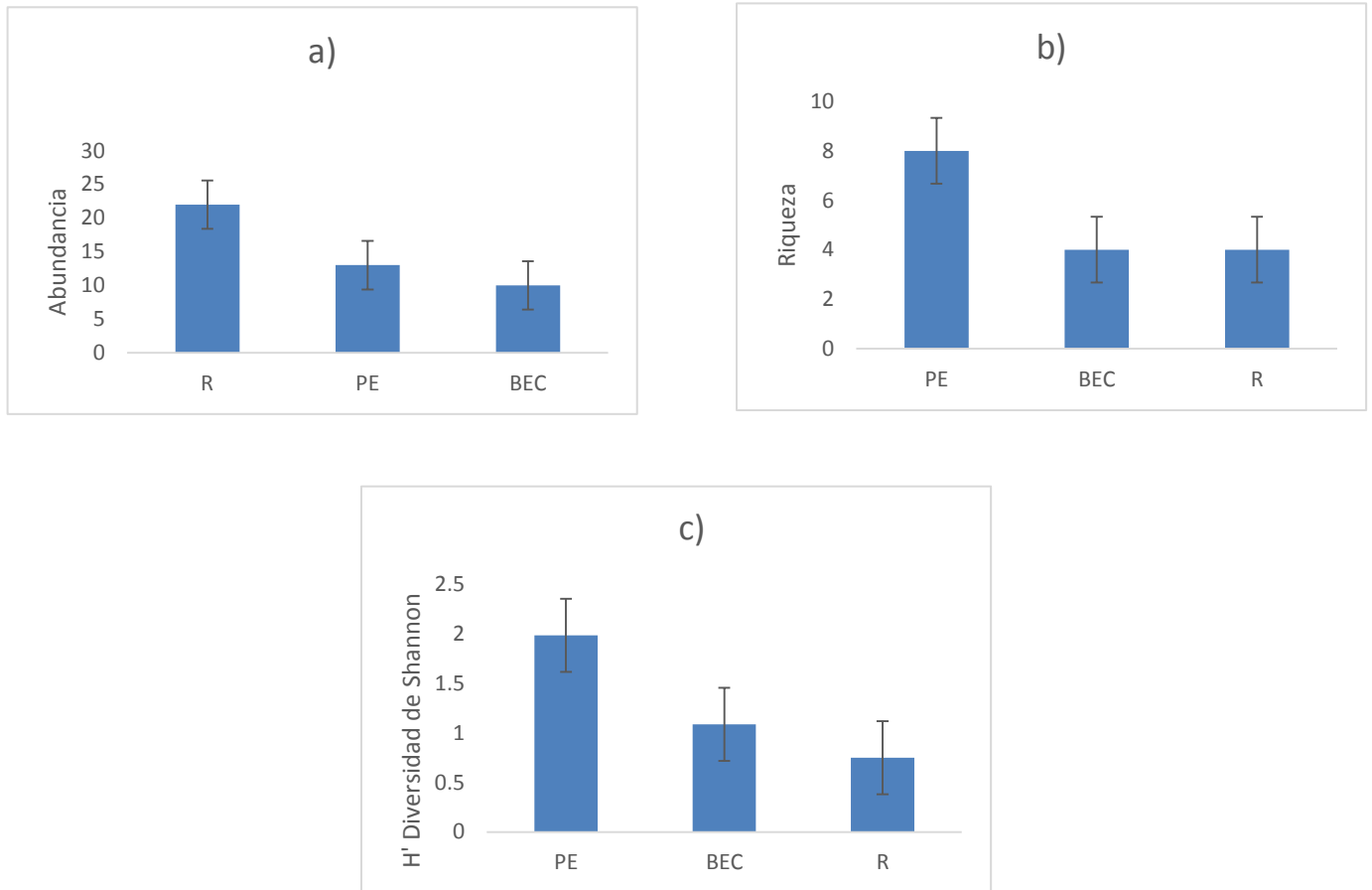


Figura 4-66 Abundancia, riqueza e índice de diversidad de Shannon de la herpetofauna de San Agustín Etla, Oaxaca. BEC = Bosque de Encino Caducifolio, PE = Pino-Encino, BG = bosque de galería.

Estructura de la comunidad herpetofaunística

La estructura de la comunidad herpetofaunística analizada con las curvas de rango abundancia muestra que de las 14 especies encontradas, solo la lagartija de cola larga (*Sceloporus siniferus*) se encuentra en los tres tipos de vegetación, siendo de igual manera la más abundante para cada sitio. Se observa también que el resto de las especies son exclusivas para cada tipo de vegetación. Las especies con mayor abundancia después de *S. siniferus* son la cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) para el bosque de encino caducifolio; el lagarto alicante oaxaqueño (*Barisia planifrons*), el lagarto escorpión enano (*Mesaspis viridiflava*) y el eslizón chato (*Plestiodon brevirostris*) para el bosque de pino-encino y finalmente el huico (*Aspidoscelis mexicana*) en el bosque de galería solo se encontró un individuo para el resto de las especies.

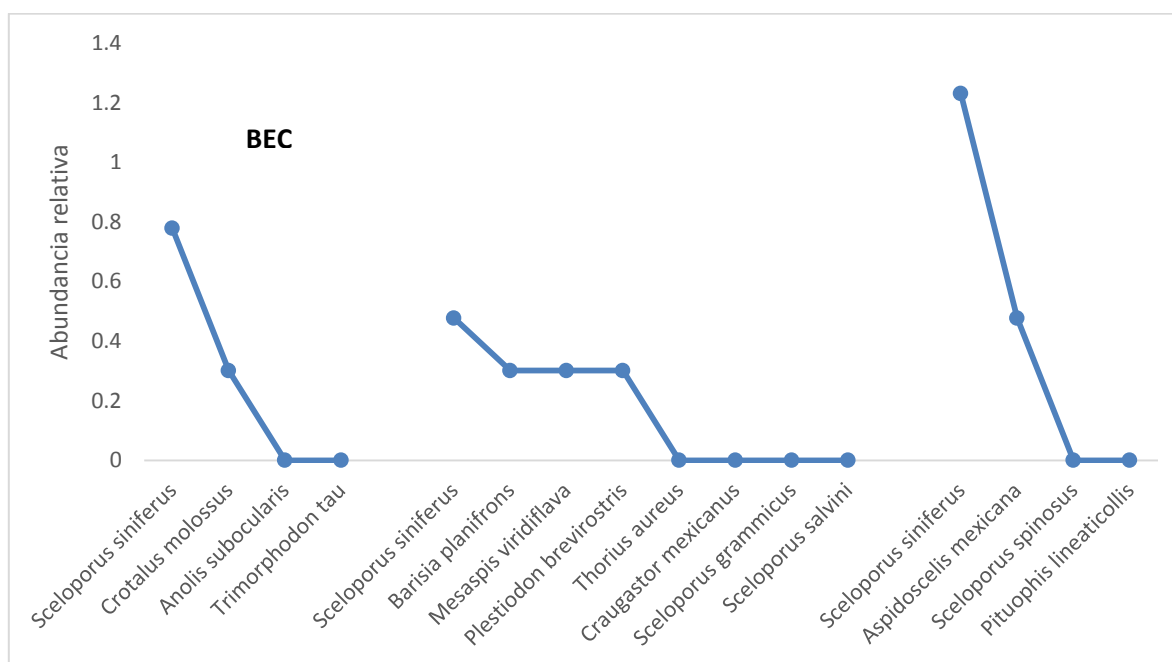


Figura 4-67 Abundancia relativa de especies

Discusión y conclusiones

A pesar de que Oaxaca es el estado con mayor riqueza de especies de herpetofauna, el conocimiento sobre estas especies está restringido a ciertas áreas o regiones del estado, habiendo lugares aun sin explorar, tal es el caso del municipio de San Agustín Etla.

Como parte del muestreo de anfibios y reptiles en el municipio de San Agustín Etla se registraron 14 especies de herpetofauna, lo que corresponde tan solo al 3% de las especies reportadas para el estado; sin embargo, se puede asegurar que no es el total de especies en la región. La baja representatividad de especies puede ser explicada por la estacionalidad en la que se realizaron los muestreos, además el clima y los tipos de vegetación influyen en gran medida debido a la condición ectotérmica de estas especies, por lo que se recomienda otro muestreo en temporada de lluvias para tener una mayor representatividad; sobre todo en las comunidades de anfibios, pues estos suelen estar durante la época de estiaje lo que explicaría la poca riqueza de especies en este estudio. Es difícil obtener una buena representatividad muestral en comunidades que tienen un alto porcentaje de especies raras como es el caso de la herpetofauna con un solo muestreo (Magurran 2004). Cabe destacar que la CONABIO reporta un total de 6 especies entre anfibios y reptiles para la región, de modo que el presente estudio incrementa el listado de especies herpetofaunísticas del municipio.

Es importante resaltar que más del 70% de las especies reportadas son endémicas al país y dos de ellas exclusivas del estado de Oaxaca, de igual manera el 50% de estas especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059 y en la IUCN. A pesar de que los anfibios y reptiles juegan un papel importante como componentes de la diversidad biológica y como participantes en los procesos biológicos de los ecosistemas, la herpetofauna está experimentando un elevado declive de especies y poblaciones a nivel mundial (Gibbons et al. 2000, Blaustein y Kiesecker 2002, Semlitsch 2003, Lips et al. 2005, Araujo et al. 2006) convirtiéndose en los grupos de vertebrados terrestres más amenazados por las alteraciones del hábitat de origen humano (Stuart et al. 2004, IUCN 2006).



Figura 4-68 *Trimorphodon tau*



Figura 4-69 *Sceloporus spinosus*



Figura 4-70 *Sceloporus siniferus*



Figura 4-71 *Sceloporus salvini*



Figura 4-72 *Sceloporus grammicus*



Figura 4-73 *Mesaspis viridiflava*



Figura 4-74 *Crotalus molossus*



Figura 4-75 *Craugastor mexicanus*



Figura 4-76 *Barisia planifrons*



Figura 4-77 *Anolis subocularis*

4.2.2.2.3 Mamíferos

El estado de Oaxaca, presenta una gran diversidad fisiográfica, climática, florística y faunística, y se encuentra entre las tres entidades con mayor riqueza de mamíferos. La composición mastofaunística de Oaxaca está representada por 216 especies. Del total de especies, 120 pertenecen a mamíferos no voladores, mientras que 96 son voladores (Chiropteros), razones por las que se le ha considerado como un estado megadiverso.

Los mamíferos silvestres juegan un papel importante como componente de la diversidad biológica, ocupando un lugar trascendental en el aspecto biológico y ambiental como participantes en los procesos biológicos de los ecosistemas, los cuales otorgan bienes y servicios al cumplir diversas funciones como por ejemplo, la regulación en las cadenas tróficas de las poblaciones. Sin embargo, los mamíferos están experimentando una disminución de especies y poblaciones a nivel mundial y local, por factores como la destrucción y fragmentación de los hábitats, ya que los daños en la vegetación, afectan consecuentemente los hábitats de los mamíferos, así como la sobreexplotación por medio de la cacería furtiva, captura y aprovechamiento de diferentes especies, además de la introducción de especies exóticas, así como la competencia por alimento del ganado doméstico en grandes extensiones con los mamíferos silvestres y la conversión de grandes extensiones de hábitats naturales que han sido alterados y fragmentados ya sea para uso ganadero o bien en cultivos y huertos, además de la pérdida de los cuerpos de agua y contaminación ambiental. Por otro lado, los mamíferos son parte integrante de la cadena trófica. Dentro de este grupo encontramos especies que cumplen diferentes funciones en un ecosistema.

Cabe mencionar que la presencia de mamíferos en el campo va a depender de la disponibilidad de hábitat que encuentren, por lo tanto pueden actuar como indicadores de la calidad ambiental. Además, es importante considerar que algunas especies de mamíferos, son grandes consumidores de insectos plagas. Además de esto y considerando la amplia distribución que presentan algunos mamíferos, así como los grandes desplazamientos que realizan algunas especies, las cuales pueden presentar desplazamientos de varios kilómetros en un día, donde el área que ocupan puede ser bastante variable y difícil de establecer. Así, como el hecho de que la mayoría de los mamíferos realizan sus actividades durante la noche o al amanecer y sus patrones de

actividad estacional varían de acuerdo al grupo del que se trate y rara vez se observan durante el día, quedando de manifiesto el registro de sus actividades nocturnas, en cual, muchas veces queda impreso en los caminos y veredas del campo, ya sea en forma de huellas, excretas o bien indicios de alimentación etc. De tal manera, que un recorrido cuidadoso puede proporcionar información valiosa sobre los mamíferos que ahí habitan.

Los sitios de muestreo dentro del SAR se seleccionaron de acuerdo al tipo de vegetación, condiciones topográficas y la accesibilidad del mismo. Se utilizó el transecto en línea como unidad de muestro, realizando recorridos en las áreas circundantes las cuales se efectuaron en los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR, a lo largo de los senderos establecidos en busca de rastros de animales. Los sitios de muestreo se seleccionaron de acuerdo con los tipos de vegetación más extendidos en el SAR como son: bosque de encino seco, bosque de encino-pino, bosque ripario.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo

El sitio de muestreo del área de estudio, está comprendido principalmente por elementos de bosque de encino seco, bosque de encino-pino, bosque de pino y bosque ripario. De acuerdo a esto, se realizaron recorridos en el área, así como la accesibilidad del mismo en los cuatro tipos de vegetación presentes, efectuándose en el mes de febrero de 2017.

Colecta de ejemplares

Para detectar mamíferos existen técnicas directas: (trampas y cámaras trampa), así como indirectas (huellas y excretas) estas últimas son la mejor opción para registrar especies difíciles de observar o trampear por sus características conductuales crípticas y sus periodos de actividad nocturna. De acuerdo a la amplia distribución que presenta los mamíferos silvestres y de grandes recorridos que realizan algunas especies y el que la mayoría realizan sus actividades durante la noche o al amanecer y considerando también el hecho de que los patrones de actividad estacional varían de acuerdo al grupo del que se trate y que rara vez se observan durante el día y el registro de las actividades nocturnas de los mamíferos muchas veces queda impreso en los caminos, veredas, charcas y orillas de arroyos, ya sea en forma de huellas, excretas etc. De manera tal que el registro de huellas y excretas es empleado como metodología y fuente de información

para la identificación de especies, siendo el método más confiable para registrar su presencia

Para el registro de mamíferos medianos en el área, se empleó el método indirecto, basado principalmente en la identificación, interpretación y análisis de los rastros que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como madrigueras, restos óseos: cráneos, además de pelo, indicios y/o desechos de alimentación, excretas y registros visuales. Los rastros (huellas) de mamíferos registrados en el área, se encontraron principalmente sobre los caminos de terracería y sitios cercanos al cuerpo de agua. Sin embargo, cabe señalar las huellas de un mismo animal pueden variar bastante según el tipo de terreno por donde se haya desplazado. Además de entrevistas informales a personas que regularmente se desplazan por el área, con la finalidad de conocer las especies de mamíferos regularmente observados y determinar las especies ahí presentes. Para esto se utilizó una cámara digital, mediante la cual se obtuvieron fotografías de huellas y otros indicios. Para la determinación e identificación de huellas de mamíferos se consultaron las guías de campo de Álvarez del Toro (1971), Ceballos y Miranda (1986), Núñez (2002), Aranda (2012).

Para la colecta de mamíferos pequeños (roedores), se empleó el método directo, se utilizaron trampas caja tipo “Sherman”, utilizando como cebo una mezcla de hojuelas de avena, esencia de vainilla y crema de cacahuate. Se utilizó el método de transecto en línea, las trampas se colocaron distanciándolas aproximadamente unos diez metros una de otra, entre la vegetación esto se hace debido al ámbito hogareño que tienen la gran mayoría de los roedores. Además, se incluyen datos obtenidos en campo y de acuerdo a información obtenida en bibliografía especializada de Núñez y Pastrana (1990), Núñez (2005). Por otra parte, se emplearon dos cámaras (fototrampas), sensibles al movimiento, programadas para dispararse de forma automática cuando detectan la presencia de un animal. Este tipo de cámaras son especialmente útiles para la detección e identificación de especies raras o difíciles de observar.

Asimismo, se obtuvo un listado taxonómico actualizado de las especies de mamíferos que se registraron para el área, donde se incluye el registró de órdenes, familias, géneros y especies.

Tabla 4-8 Listado taxonómico de las especies de mamíferos registrados en el SAR de San Agustín
Etlá, Oaxaca, México

Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM 059
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache	
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	murciélago de cola	
Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo	
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	conejo de monte	
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	ardilla gris	
Muridae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	ratón de patas blancas	Amenazada
Canidae	<i>Canis latrans</i>	coyote	
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris	
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	cacomixtle	Amenazada
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	mapache	
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	tejón	
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	comadreja	
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	zorrillo de dos bandas	
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	zorrillo de espalda blanca	
Felidae	<i>Puma concolor</i>	puma	
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	tigrillo	En peligro de extinción
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca	
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	pecarí de collar	

Estado de conservación de los mamíferos silvestres

Tomando en cuenta que el grupo de los mamíferos es uno de los componentes de cualquier área forestal, por lo que cualquier actividad impacta en mayor o menor grado sus poblaciones y sus hábitats llevándolas a ubicarse en alguna de las categorías de riesgo, por lo que frecuentemente se usan algunas especies indicadoras de los diferentes grados del deterioro ambiental. Por tal motivo, es necesario, conocer el estado de conservación de las especies que se encuentran presentes en el área y las cuales estén catalogadas en algún estado de acuerdo a la **(NOM-059-SEMARNAT-2010)**. Se presentan las especies de mamíferos que se encuentran en algún estado de conservación, en cada especie se incluye la categoría correspondiente.

Tabla 4-9 Especies de mamíferos y su estado de conservación (nom-059-semarnat-2010) (A)

=Especie amenazada, **(P)**=Especie en peligro de extinción.

Nombre científico	Nombre común	Categoría
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón de patas blancas	A
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	A
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	P

Tabla 4-10 Número total órdenes, familias, géneros y especies registrados en San Agustín Etlá, Oaxaca, México.

No de ordenes	No de familias	No de géneros	No de especies
Marsupialia	1	1	1
Chiroptera	1	1	1
Xenarthra	1	1	1
Lagomorpha	1	1	1
Rodentia	2	2	2
Carnivora	5	10	10
Artiodactyla	2	2	2
TOTAL: 7	13	18	18

Mediante el trabajo realizado en el área se logró registrar un total de 13 familias con 18 especies de mamíferos, pertenecientes a siete órdenes y 17 géneros. En el cual el orden

Carnivora presenta el mayor número de especies con diez, seguido del orden Rodentia y Artiodactyla con dos especies cada uno y los órdenes Marsupialia, Chiroptera, Xenarthra y Lagomorpha con una sola especie respectivamente (Tabla 2).

Tipo de registro de las especies

El registro de las especies, como se mencionó anteriormente, está influido por diversos factores y los tipos de registros. Sin embargo, a pesar de que en la actualidad existen diversas herramientas metodológicas directas para el registro de mamíferos, como el fototrampeo y el empleo de diversos tipos de trampas para su captura, sin lugar a dudas, el método indirecto sigue siendo importante para el registro de especies, además es importante mencionar que varios de los registros que se proporcionan en el presente estudio se consiguieron con ayuda de los pobladores locales, quienes accedieron a ser entrevistados.

Tabla 4-11 Tipo de registro de los mamíferos encontrados en el área: huella (HUE), excreta (EXC), restos (RES), observación (OBS), captura (CAP), entrevista (ENT).

Especie	Tipo de registro					
	HUE	EXC	RES	OBS	CAP	ENT
<i>Didelphis virginiana</i>	X					X
<i>Tadarida brasiliensis</i>					X	
<i>Dasyus novemcinctus</i>	X					X
<i>Sylvilagus floridanus</i>	X					X
<i>Sciurus aureogaster</i>	X			X		X
<i>Peromyscus maniculatus</i>					X	
<i>Canis latrans</i>	X	X	X			X
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		X				X
<i>Bassariscus astutus</i>		X				X
<i>Procyon lotor</i>	X					X
<i>Nasua narica</i>	X					X
<i>Mustela frenata</i>						X
<i>Mephitis macroura</i>	X	X		X		X
<i>Conepatus leuconotus</i>	X					
<i>Puma concolor</i>	X	X				
<i>Leopardus wiedii</i>						X
<i>Odocoileus virginianus</i>	X	X		X		X

<i>Pecari tajacu</i>		X				X
----------------------	--	---	--	--	--	---

De los registros obtenidos, se destacan 11 registros por medio de huellas, resaltando especies como: *Puma concolor*, *Canis latrans*, *Procyon lotor*, *Nasua narica*, *Mephitis macroura*, *Conepatus leuconotus*, *Odocoileus virginianus*, *Sylvilagus floridanus*, *Sciurus aureogaster*, *Dasypus novemcinctus* y *Didelphis virginiana*. Por medio de excretas se obtuvieron siete registros destacando a *Puma concolor*, *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Mephitis macroura*, *Bassariscus astutus*, *Odocoileus virginianus* y *Pecari tajacu*,. Mediante observación directa sobresale *Odocoileus virginianus* y *Mephitis macroura*, así como *Sciurus aureogaster*. Por otro lado, se obtuvo un registro de *Canis latrans* por medio de restos. Así mismo, se capturaron dos especies un roedor *Peromyscus maniculatus* y un murciélago *Tadarida brasiliensis*. Por otro lado, de las especies registradas mediante entrevista se resalta el hecho que de las especies mencionadas todas se encuentran en la zona, por lo que esta es una buena herramienta para determinar la mastofauna presente en un área determinada

Especies registradas con el tipo de vegetación

Los mamíferos que se encuentran dentro del área y en los alrededores de ella, constituyen un grupo muy diverso e importante. Sin embargo, para la mayoría de las especies terrestres y voladoras los cambios o modificaciones en su hábitat, se reflejan en cambios en el tamaño y calidad de sus ámbitos hogareños y territorios; por ejemplo en el caso de roedores, la magnitud de estos cambios puede ser de escasos metros. Algunas especies de murciélagos, pueden realizar migraciones, desplazándose cientos de kilómetros y con respecto a mamíferos mayores, los cambios pueden significar incrementos o reducciones en el orden de decenas o centenas de kilómetros.

El efecto de la vegetación en las comunidades de mamíferos silvestres es evidente si se toma en consideración que las diferentes especies encuentran entre otras cosas protección, refugio y alimento entre la vegetación, desempeñando una importante función en las comunidades en las que viven. Cabe mencionar, que la reproducción de los mamíferos está limitada por la disponibilidad de recursos alimenticios y la calidad del hábitat, por lo que la gran mayoría de la fauna presente en el área explotan de diferente manera los recursos disponibles y el tiempo de actividades en determinado tipo de

vegetación, ya sea para interacciones bióticas como competencia o preferencias del hábitat determinadas por otros factores como el alimento, por lo que la presencia de las especies de mamíferos silvestres puede estar determinada por estos factores incluyendo las actividades humanas.

Cabe señalar, que la vegetación influye mucho en la distribución y abundancia de mamíferos. Esto se debe a que los cambios en los tipos de vegetación presentan en gran medida, cambios en características fisiográficas y estructurales propias como diversidad, formas dominantes, estructura, estacionalidad, y productividad, además de las características orográficas y climáticas, que a su vez determinan las posibilidades de explotación de los recursos como alimento y refugio principalmente. No obstante, la gran mayoría de los mamíferos por su capacidad de desplazamiento, amplia distribución o por su tolerancia a diversos factores ecológicos, no están limitados a ningún tipo de vegetación y es posible encontrarlos en la mayoría de los diferentes tipos de vegetación. Sin embargo su abundancia en cada tipo de vegetación varía en forma considerable (Tabla 4).

Sin lugar a dudas, los mamíferos ayudan a conservar la productividad de un bosque de diferentes maneras, además de su importancia ecológica, al formar parte de la gran red trófica en los ecosistemas y desempeñar un papel importante. De tal manera, que la presencia de los mamíferos es determinante para el buen funcionamiento de los ecosistemas, beneficiando de manera directa o indirectamente al hombre. Lo anteriormente mencionado, conlleva al hombre a considerar mantener el equilibrio ecológico dentro del área, ya que la vegetación natural conforma el hábitat de un gran número de mamíferos que participan de modo muy importante en el mantenimiento de su estabilidad y dinámica, siendo que estos ecosistemas son particularmente frágiles a las perturbaciones hechas por el hombre.

Tabla 4-12 Especies registradas relacionadas con el tipo de vegetación presente en San Agustín Etlá, Oaxaca, México. Simbología: bosque de encino caducifolio (BEC), bosque de pino encino (BPE), bosque de galería (BG).

Espece	Nombre común	BEC	BPE	BG
<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache	X	X	X
<i>Tadarida brasiliensis</i>	murciélago de cola			X

<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo	X		X
<i>Sylvilagus floridanus</i>	conejo de monte	X	X	
<i>Sciurus aureogaster</i>	ardilla gris	X	X	X
<i>Peromyscus maniculatus</i>	ratón de patas blancas			X
<i>Canis latrans</i>	coyote	X	X	X
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra de gris	X	X	X
<i>Bassariscus astutus</i>	cacomixtle	X		
<i>Procyon lotor</i>	mapache	X	X	X
<i>Nasua narica</i>	tejón		X	X
<i>Mustela frenata</i>	comadreja	X	X	X
<i>Mephitis macroura</i>	zorrillo de dos bandas	X	X	
<i>Conepatus leuconotus</i>	zorrillo espalda blanca		X	
<i>Puma concolor</i>	puma		X	X
<i>Leopardus wiedii</i>	tigrillo	X	X	
<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca	X	X	X
<i>Pecari tajacu</i>	pecarí de collar	X	X	X
TOTAL		13	14	13

Los resultados muestran que el bosque de encino-pino es el que mayor número de especies se registraron con un total de 14, seguido por el encino caducifolio y bosque de galería con 13 respectivamente, son tres tipos de vegetación importantes, ya que es donde se registró el mayor número de especies. Esto debido a la gran diversidad de formas florísticas que ahí se encuentran y el hecho de que en esa zona, la gran mayoría de las especies de mamíferos pueden encontrar áreas de refugio, alimentación y reproducción.

Para el bosque de encino caducifolio se destacan especies carnívoras importantes como: *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Canis latrans* (coyote), *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), *Procyon lotor* (mapache), *Mustela frenata* (comadreja), *Bassariscus astutus* (cacomixtle), *Mephitis macroura* (zorrillo de dos bandas), así como la presencia de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Pecari tajacu* (pecarí de collar). Sin embargo, especies no menos importantes, también se registraron en este tipo de vegetación, las cuales tienen una función importante; la de ser presas para otras especies como: *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Dasyopus novemcinctus* (armadillo), *Sylvilagus floridanus* (conejo de monte) y *Sciurus aureogaster* (ardilla gris).

Por otro lado, en el bosque de pino-encino, se registraron y destacan especies carnívoras como: *Puma concolor* (puma), *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Canis latrans* (coyote), *Urocyon cinereoargenteus* (zorrra gris), *Procyon lotor* (mapache), *Nasua narica* (tejón), *Mustela frenata* (comadreja), *Mephitis macroura* (zorrillo de dos bandas) y *Conepatus leuconotus* (zorrillo espalda blanca), además, de especies herbívoras tales como: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Pecari tajacu* (pecarí de collar) y *Sylvilagus floridanus* (conejo de monte), así como un roedor *Sciurus aureogaster* (ardilla gris) y un marsupial *Didelphis virginiana* (tlacuache).

En el bosque de galería se registró la presencia de un felino *Puma concolor* (puma), además de otros carnívoros como: *Canis latrans* (coyote), *Urocyon cinereoargenteus* (zorrra gris), *Procyon lotor* (mapache), *Nasua narica* (tejón) y *Mustela frenata* (comadreja). Además de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Pecari tajacu* (pecarí de collar). También el registro de especies como: *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Tadarida brasiliensis* (murciélago), *Dasypus novemcinctus* (armadillo), *Sciurus aureogaster* (ardilla gris) y *Peromyscus maniculatus* (ratón de patas blancas).

Cabe señalar, que solamente se registraron cinco especies presentes en todos los tipos de vegetación de la zona, dos carnívoros *Canis latrans* (coyote) y *Urocyon cinereoargenteus* (zorrra gris), además de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Pecari tajacu* (pecarí de collar), y *Sciurus aureogaster* (ardilla gris). Lo que nos muestra que las diferentes especies de mamíferos presentes en el área, utilizan de diversa forma los diferentes tipos de vegetación presentes en el área.

Especies de probable presencia en el área de estudio

La elevada riqueza de especies de Oaxaca puede ser explicada por la notable heterogeneidad ambiental, debido a las condiciones orográficas y climáticas que se presentan en el estado, se caracteriza por albergar una proporción importante de la diversidad biológica del país, aunque el número actual de especies con presencia confirmada en Oaxaca está entre los más grandes del país, probablemente aún existe un número considerable por registrar y principalmente en la zona de San Agustín Etla y es posible que con estudios intensivos y detallados en el área se pueda registrar las siguientes especies de relevancia así como de gran importancia ecológica:

Spilogale putorius (zorrillo pigmeo)

Puma jagouarundi (yaguarundi, onza)

Lynx rufus (gato montés, lince)

Es muy probable que estas especies habiten en la zona, debido a que se trata de especies con flexibilidad en cuanto a requerimientos de hábitat y dada su distribución en la República mexicana, así como el registro y presencia de estos mamíferos en otras áreas del estado de Oaxaca.

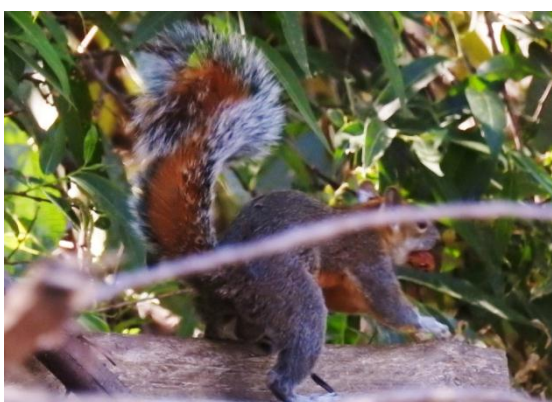


Figura 4-78 *Sciurus aureogaster* (ardilla gris) y *Peromyscus maniculatus* (ratón patas blancas), ambas especies registradas en bosque de galería.



Figura 4-79 Izquierda: *Tadarida brasiliensis* (murciélago de cola) registrado en bosque de galería. Derecha: Restos de *Canis latrans* (coyote) registrados en bosque de pino.



Figura 4-80 Izquierda: Huella de *Didelphis virginiana* (tlacuache) registrada en bosque de encino-pino. Derecha: Huella de *Dasypus novemcinctus* (armadillo) registrada en bosque de encino seco



Figura 4-81 Huellas de *Sylvilagus floridanus* (conejo) registradas en bosque de encino caducifolio (izquierda) y en bosque de pino-encino (derecha).



Figura 4-82 Izquierda: Huella trasera de *Procyon lotor* (mapache) registradas en bosque de pino-encino. Derecha: Huellas delantera y trasera de *Procyon lotor* registradas en bosque de galería.



Figura 4-83 Izquierda: Huella trasera parcial de *Conepatus leuconotus* (zorrillo) registrada en bosque de pino-encino. Derecha: Huella parcial de *Mephitis macroura* (zorrillo) registrada en bosque de encino caducifolio.



Figura 4-84 Izquierda: Huella parcial de *Sciurus aureogaster* (ardilla) registrada en bosque de pino. Derecha: Pata trasera de *Nasua narica* (tejón) registrada en bosque de pino-encino.



Figura 4-85 Izquierda: Patas delantera y trasera de *Canis latrans* (coyote) registradas en bosque de pino. Derecha: Patas delanteras de *puma concolor* (puma) registradas en bosque de galería.



Figura 4-86 Huella parcial de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) en bosque de encino caducifolio y en bosque de encino-pino (derecha).



Figura 4-87 Excreta de *Bassariscus astutus* (cacomixtle) y excretas de *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) registradas en bosque de encino caducifolio.



Figura 4-88 Izquierda: excreta de *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) y de *Canis latrans* (coyote) ambas registradas en bosque de pino-encino.



Figura 4-89 Excretas de *Canis latrans* (coyote) registrada en bosque de encino caducifolio y excretas de la misma especie conformadas solo por pelo y registradas en bosque de pino-encino.



Figura 4-90 Izquierda: Excretas de *Puma concolor* (puma) registradas en bosque de pino-encino. Derecha: excretas de *Mephitis macroura* (zorrillo de dos bandas) registradas en bosque de encino caducifolio.



Figura 4-91 Izquierda: excretas de *Odocoileus virginianus* (venado) y derecha: excretas de *Pecari tajacu* (pecarí de collar) ambas registradas en bosque de pino-encino.



Figura 4-92 Indicios de alimentación de *Sciurus aureogaster* (ardilla gris) en bosque de pino.

4.2.3 Medio Socioeconómico

El proyecto hidroeléctrico objeto del presente estudio se encuentra ubicado en la Región Valles Centrales del Estado de Oaxaca, misma que se integra por siete Distritos: Ocotlán, Ejutla, Tlacolula, Centro, Zimatlán, Zaachila y Etna.

El Distrito de Etna está integrado por 23 municipios, incluido el San Agustín Etna, el área de estudio para el presente proyecto. San Agustín Etna se localiza en la parte central del estado, limita al norte con el municipio de San Juan Bautista Guelache y Nuevo Zoquiapam; al sur con San Pablo Etna, Oaxaca de Juárez y San Andrés Huayapam; al oriente con Nuevo Zoquiapam y Santa Catarina Ixtepeji; al poniente con San Juan Bautista Guelache, Villa de Etna y San Pablo Etna. La distancia aproximada a la capital del estado es de 16 kilómetros.

La región Valles Centrales se caracteriza por su privilegiada posición geográfica, recursos naturales, hidrografía y patrimonio cultural reconocido por instituciones nacionales e internacionales. En esta región se ubica el municipio de San Agustín Etna, importante por su valor histórico y riqueza en recursos forestales el cual se describirá por ubicar dentro de su ámbito territorial el proyecto hidroeléctrico.

4.2.3.1 San Agustín Etna

El municipio San Agustín Etna cuenta con una extensión territorial de 55.55 Km², que representa el 0.08% del territorio total del estado de Oaxaca. Se localiza en la zona centro de la Región Valles Centrales y sus coordenadas geográficas son: 96°46' de latitud norte y 17°11' de longitud oeste; con una altitud de 1,700 metros sobre el nivel del mar. San Agustín Etna limita al norte con el municipio de San Juan Bautista Guelache y Nuevo Zoquiapam; al sur con San Pablo Etna, Oaxaca de Juárez y San Andrés Huayapam; al oriente con Nuevo Zoquiapam y Santa Catarina Ixtepeji; al poniente con San Juan Bautista Guelache, Villa de Etna y San Pablo Etna. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 16 kilómetros.

En el Censo de Población y Vivienda 2010, el municipio de San Agustín Etlá registró 3,893 habitantes y se concentra en siete localidades. Las más pobladas es San Agustín Etlá con el 95.25% de la población, y con porcentajes muy poco significativos se registra a Colonia la Azucena, Colonia Reforma, Cristo Rey y Manuel Gómez Portillo. La población se concentra en la localidad de 2,500 a 4,999 habitantes, es decir, la cabecera municipal; el resto en poblaciones de menos 100 habitantes. El municipio mantuvo la tasa de crecimiento de la población en 0.20 en el último censo y conteo de población, período 2005-2010 similar al censo anterior lo que sigue denotando un crecimiento a la baja.

San Agustín Etlá es la cabecera municipal y la localidad más grande del municipio; el comercio, los servicios y las actividades primarias son las principales actividades económicas.

4.2.3.2 Principales localidades

El municipio de San Agustín Etlá está compuesto por solo siete localidades, entre las principales de acuerdo al portal de Unidad de Microrregiones de SEDESOL, se destacan San Agustín Etlá como la que concentra el 95.3% de la población total. En la siguiente tabla se documentan las principales localidades.

Tabla 4-13 . Principales localidades y población del municipio de San Agustín Etlá.

Localidad	Hombres	Mujeres	Total
San Agustín Etlá	1,760	1,948	3,708
Colonia Azucena	38	47	85
Colonia Reforma	12	12	24
Cristo Rey	12	18	30
Manuel Gómez Portillo	19	22	41
		Total	3,888

Fuente INEGI 2010

4.2.3.3 Atractivos culturales y turísticos

San Agustín Etna, es un poblado que se encuentra a unos 40 minutos de la ciudad, enclavado en la montaña. En su cima se erige el Centro de las Artes San Agustín, un espacio cultural donde se llevan a cabo talleres y exposiciones de artes plásticas.

El Centro Cultural de San Agustín está ubicado a un costado de la iglesia del poblado. Los históricos inmuebles que hoy albergan este centro cultural antiguamente fueron las instalaciones de las fábricas textiles de San José y La Soledad Vista Hermosa, ambas construidas durante el porfiriato. Dichas fábricas cerraron cuando las productoras de hilados y textiles de algodón se vieron afectadas por los cambios del mercado, con los nuevos productos sintéticos derivados del petróleo y el continuo cambio de dueños y administraciones.

Durante años estos edificios quedaron abandonados hasta que, por iniciativa del pintor Francisco Toledo (Juchitán, Oaxaca, 1940), se convirtieron en lo que hoy es el Centro de las Artes de San Agustín Etna. Ahora, en lo que fuera la nave industrial de la fábrica textil, se habilitaron dos grandes galerías en sus dos niveles. La planta baja ha sido destinada para exposiciones de fotografía, gráfica, cerámica y carteles. En la superior hay un gran salón en donde se pueden apreciar las antiguas máquinas que se utilizaban en la textilera. Este sitio está destinado para conciertos, funciones de teatro de marionetas, sala de conferencias y exposiciones de los alumnos.

A poco más de 100 metros de la Casa se sitúan las instalaciones de un taller de papel hecho a mano, en lo que antiguamente fuera la planta de luz La Soledad. Se puso en marcha a partir de la propuesta de artistas finlandeses; el planeamiento fue recibido con gusto por los artistas oaxaqueños, quienes donaron obras para que se invirtiera en maquinaria. Los finlandeses capacitaron al personal y continúan dando cursos para su actualización.

La producción de papel se realiza de manera tradicional utilizando algodón, fibras y materiales naturales. La magia de este lugar inicia desde que entras y te topas con rústicas piletas, tinajas, bastidores, baldes, ollas, fieltros, prensas y tendedores. El objetivo del taller es especializarse en la elaboración de cuatro o cinco tipos de papel que puedan

servir para artistas. También se elaboran libretas, sobres, papel para invitaciones, cuadernos para dibujo, cajas de artista y papelería en general. La importancia del aprendizaje de estas técnicas es que ha servido a la comunidad para emprender y crear su propia fuente de ingresos. Hay además una tienda en donde se venden productos de jóvenes artistas, entre los que destacan los papalotes con diseños de Toledo. Así que cuando vayas por San Agustín Etla, no olvides disfrutar del arte, del paisaje y de traerte un bonito recuerdo.



Figura 4-93 Centro Cultural de San Agustín Etla.

4.2.3.4 Población

Se describirán las variables demográficas y socioeconómicas de la localidad San Agustín Etlá, la cual es la más poblada y cercana al proyecto de energético.

El último estudio de población, realizado por el INEGI en el 2010, arroja la cantidad total de 3,893 habitantes en el municipio de San Agustín Etlá. Para el caso de la cabecera municipal, la cual lleva el mismo nombre que el municipio, se registra una población total de 3,708, esto representa el 95.2% del total de la población. De los cuales 47.4% son hombres y el 52.6% mujeres.

Población por sexo en San Agustín Etlá

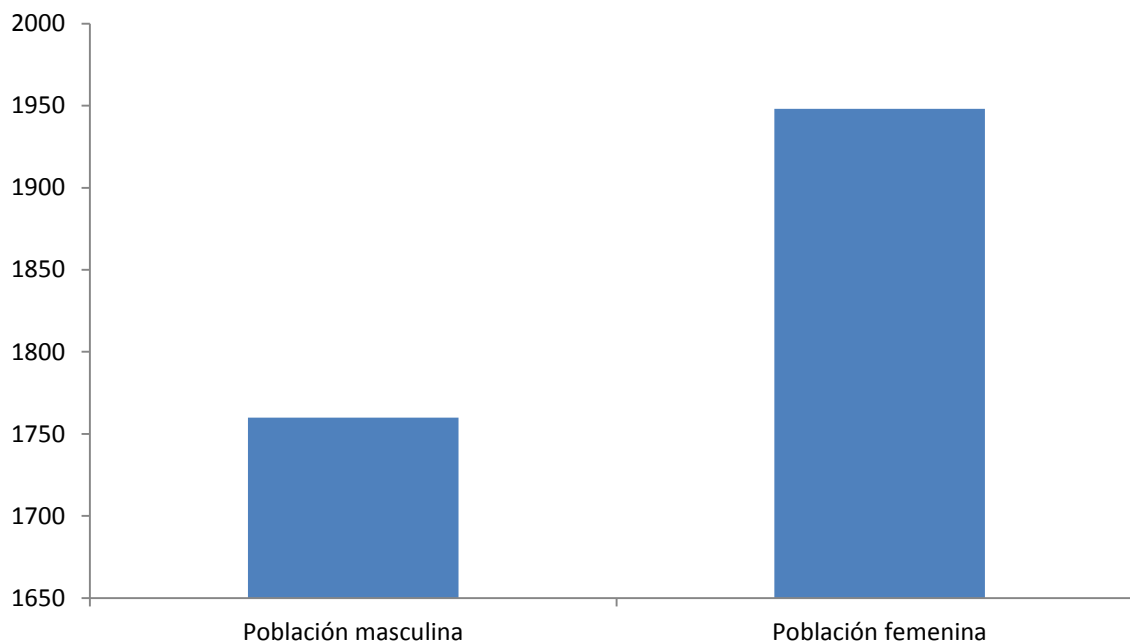


Figura 4-94. Total de población de la localidad de San Agustín Etlá desagregada por sexo.
Fuente: INEGI 2010.

4.2.3.5 Estructura de la población

El 64.73% de la población del municipio de San Agustín Etlá se encuentra entre un rango de edad de 0 a 34 años, lo que nos indica que existe un importante bono de jóvenes lo está por arriba de la tendencia nacional. Por otra parte, la población entre un rango de edad de 35

a 74 años se distribuye de manera homogénea; tal y como se ilustra en la pirámide de población (Figura 3).

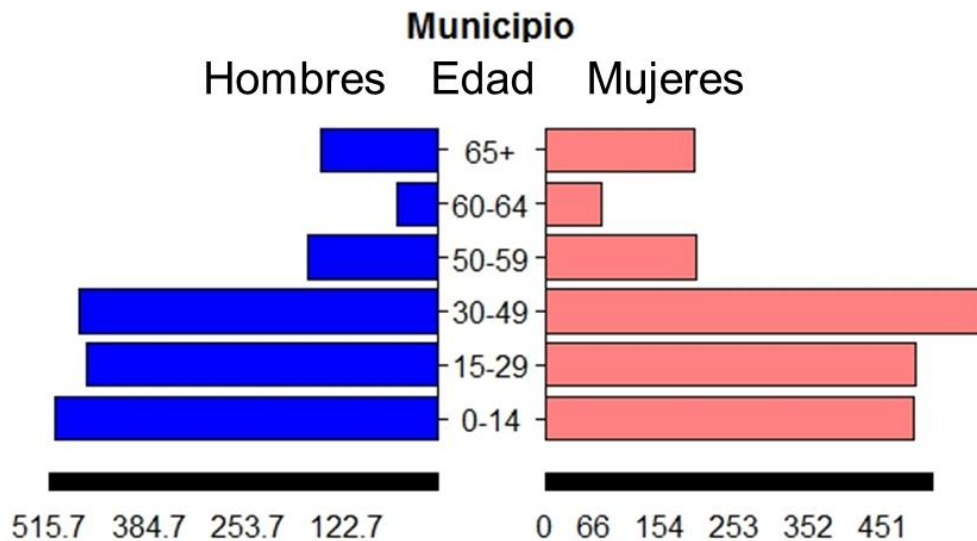


Figura 4-95. Pirámide de la población en el municipio de San Agustín Etlá. Fuente: SCINCE INEGI 2010.

Con base en lo anterior, el municipio de San Agustín Etlá se encuentra en un proceso inicial de transición demográfica que traslada las necesidades de la población hacia los requerimientos de jóvenes y adultos que demandan espacios de empleo, equipamientos educativos en los niveles medio-superior, espacios culturales, de diversión y esparcimiento. En la localidad de San Agustín Etlá, el grupo con menor representación es el de adultos mayores de 60 y más años, con el 12.9% de la población total, aunque se prevé su franco crecimiento en los próximos años, debido al proceso de transición demográfica antes mencionado.

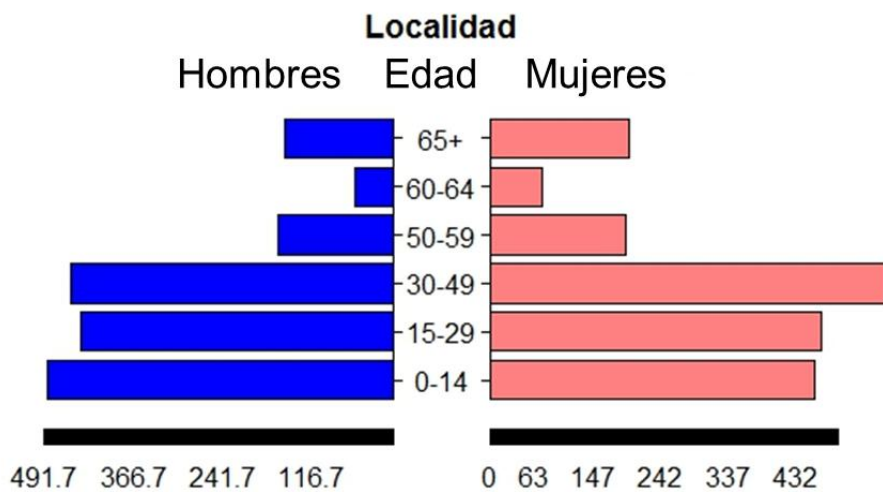


Figura 4-96. Distribución de la población por grupos de edades. Fuente: Elaboración propia con base en datos del SCINCE, INEGI, 2010.

4.2.3.6 Hogares

En el municipio de San Agustín ETLA, se cuenta con un total de 1,046 hogares censales de los cuales, 71.6% tienen una jefatura masculina y 28.4% cuentan con jefatura femenina. El total de la población que vive en hogares censales es de 3,887 de personas. Para el caso de la localidad del mismo nombre, se cuenta con un total de 996 de hogares censales de los cuales, 71.4% tienen una jefatura masculina y 28.5% cuentan con jefatura femenina (Figura 4-97). En la localidad, la población total en hogares censales es de 3,702 habitantes. En los hogares censales con jefatura femenina habita el 25.8% de la población total (Figura 4-98).

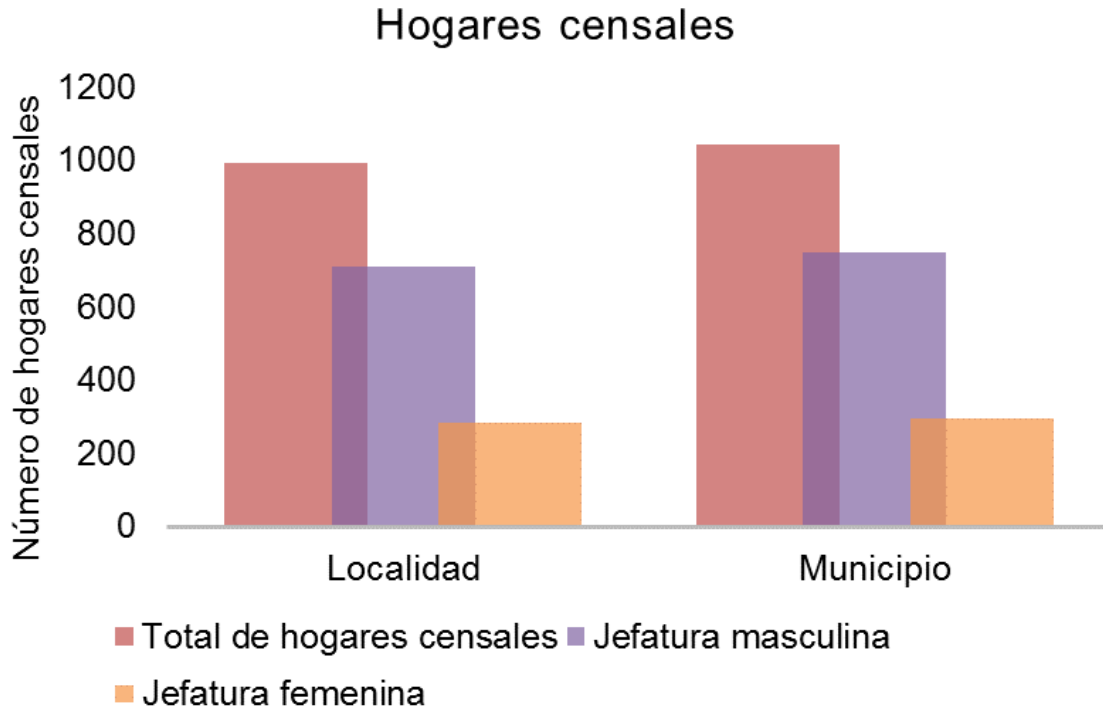


Figura 4-97. Hogares censales totales para el municipio y la localidad de San Agustín Etlá. Se muestran los datos desagregados por sexo. INEGI, 2010.

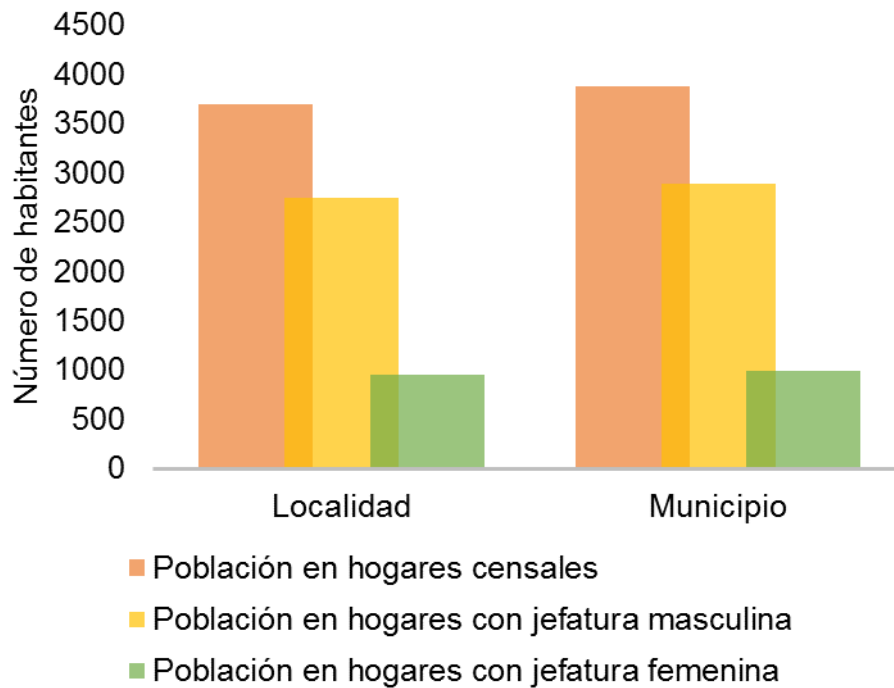


Figura 4-98. Población en hogares censales desagregada por tipo de jefatura. Datos de INEGI 2010.

Comunidades indígenas

De acuerdo con el Catálogo de Comunidades Indígenas publicado en el 2010, por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y el Instituto Nacional de Estadística e Geografía (INEGI), para el municipio de San Agustín de Etna existen 61 habitantes indígenas lo que representa el 1.6% del total de la población, distribuidos en nueve localidades. El catálogo documenta que, de la población municipal que habla lengua indígena, prácticamente el total se concentra en la localidad del mismo nombre. Las demás localidades con presencia indígena son la colonia La Azucena, Cristo Rey y Manuel Gómez Portillo.

4.2.3.7 Índice de pobreza

4.2.3.7.1 Variables relacionadas con estado de bienestar relativo

Es la descripción y selección de algunas de las variables que utilizan como indicadores el Consejo Nacional de la Población (CONAPO) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para medir el grado de pobreza o marginación, así como la ventaja o desventaja económica y social de una localidad o sector de la población determinado.

Las variables seleccionadas para a este análisis están referidas a las condiciones de las viviendas censadas por cada localidad ubicada en el área del proyecto y su comparación con los censos de población y vivienda de 2005 y el último de 2010. Respecto a las características de la vivienda y los servicios municipales con los que cuentan se describe en las siguientes tablas:

Tabla 4-14. Condiciones de las viviendas en el municipio de San Agustín de Etna

Indicadores	2005		2010	
	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas ^[1]	799	76.9	1,046	
Carencia de calidad y espacios de la vivienda				
Viviendas con piso de tierra ^[1]	113	14.21	70	6.71
Viviendas con muros endebles ^[2]	ND	ND	98	9.49
Viviendas con techos endebles ^[2]	ND	ND	5	0.48
Viviendas con algún nivel de hacinamiento ^[3]	332	41.66	348	33.43

Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas

Viviendas sin drenaje ^[1]	135	17.07	92	8.92
Viviendas sin luz eléctrica ^[1]	13	1.64	7	0.67
Viviendas sin agua entubada ^[1]	23	2.9	30	2.88
Viviendas que usan leña y carbón para cocinar ^[2]	ND	ND	65	6.29
Viviendas sin sanitario ^[4]	37	4.67	36	3.44

Fuente: Catálogo de Microrregiones de SEDESOL. ^[1] INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005 e INEGI. Tabulados del Cuestionario Básico: Viviendas, varios cuadros.

^[2] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Microdatos de la muestra censal.

^[3] CONAPO (2006). Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. ^[4] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad

Tabla 4-15. Condiciones de las viviendas en la localidad de San Agustín Etlá, Oaxaca.

Indicadores	2005 ^[1]		2010 ^[2]	
	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas	778		996	
Carencia de calidad y espacios de la vivienda				
Viviendas con piso de tierra	105	13.57	60	6.04
Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas				
Viviendas sin drenaje	127	16.51	84	8.55
Viviendas sin luz eléctrica	19	2.44	4	0.4
Viviendas sin agua entubada	22	2.86	28	2.82
Viviendas sin sanitario	45	5.78	35	3.51

Fuente: Catálogo de microrregiones de SEDESOL. ^[1] INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005. ^[2] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad.

Respecto a otros indicadores para “medir pobreza” relacionados con los artículos, patrimonio y otros servicios que presentan las viviendas se documenta que, de acuerdo al total de viviendas censadas para ambas localidades, solo un pequeño porcentaje de viviendas no cuenta con ningún bien (Tabla 4-16). Se hace un comparativo entre estas condiciones para el municipio y la localidad de San Agustín Etlá. Es importante destacar que los porcentajes de la localidad y municipio son altamente equitativos.

Tabla 4-16. Porcentajes de población y su condición respecto a las condiciones de bienestar relativo del municipio y la localidad homónimas de San Agustín Etlá, Oaxaca.

Indicador	Localidad (%)	Municipio (%)
Viviendas sin ningún bien	0.7	0.9
Viviendas con radio	91.7	91.7
Viviendas con televisor	91.2	90.9
Viviendas con refrigerador	88.9	88.2
Viviendas con lavadora	77.6	76.8
Viviendas con automóvil o camioneta	43.4	42.9
Viviendas con computadora	33.4	32.7
Viviendas con línea telefónica fija	43.9	42.9
Viviendas con teléfono celular	69.6	69.7
Viviendas con internet	24.0	23.3

Fuente: elaboración propia a partir de la INEGI 2010.

De acuerdo al portal de Microrregiones, fueron registrados 3,893 habitantes del municipio de San Agustín Etlá, el 33.1% se encuentran en condición de pobreza, mientras que el 3.56 % se encuentra en condición de pobreza extrema. De acuerdo con el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social realizado con datos del 2010, la mayor parte de las localidades pertenecientes al municipio de San Agustín Etlá tienen grado de pobreza moderado. Para el caso de la localidad de San Agustín Etlá presenta un grado de marginación Muy bajo.

4.2.3.7.2 Grado de marginación e índice de rezago social

Los índices de marginación son elaborados por el Consejo Nacional de la Población (CONAPO), tomando en cuenta ciertas variables sociales y económicas que determinan el estado de bienestar relativo (servicios públicos, acceso a la educación, derecho a atención médica, etc.) con respecto y en comparación a otras localidades, municipios y entidades.

De acuerdo a los datos de 2005 y 2010 a nivel municipal, la CONAPO dio a conocer que el municipio de San Agustín Etlá está catalogado con un nivel de marginación Bajo para ambos periodos (Tabla 5). Cabe resaltar, que para la localidad de San Agustín Etlá, el grado de marginación en 2005 era Muy bajo, y este subió a Bajo en 2010.

Tabla 4-17. Grado de marginación en el municipio de San Agustín Etla, en los años de 2005 y 2010

	2005	2010
Índice de marginación	-1.00403	-1.18457
Grado de marginación	Bajo	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,036	2,158

Fuente: Microrregiones, SEDESOL

De acuerdo a la información disponible en el portal de Unidad de Microrregiones de la SEDESOL, el 36.7% de la población de San Agustín Etla se encuentra en situación de pobreza. De este porcentaje, el 3.6% vive en pobreza extrema. La carencia por acceso a la alimentación fue de 14.4% en el municipio, es decir una población de 753 personas.

Por su parte el índice de rezago social es medido por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el que cuenta con datos a nivel localidad de 2010. Este índice agrega variables de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos en la vivienda y de calidad de vida.

Tabla 4-18. Indicadores que definen el rezago social utilizados por el CONEVAL.

Indicadores de rezago social
Población de 15 años o más analfabeta
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
Población de 15 años y más con educación básica incompleta
Población sin derechohabencia a servicios de salud
Viviendas con piso de tierra
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública
Viviendas que no disponen de drenaje
Viviendas que no disponen de energía eléctrica
Viviendas que no disponen de lavadora
Viviendas que no disponen de refrigerador

Respecto a los factores previamente expuestos, podemos decir que el índice de rezago social para el municipio de San Agustín Etla para el 2010 fue “muy bajo”, ocupando el lugar 2,295 a nivel nacional (Tabla 4-19).

Tabla 4-19. Indicadores de rezago social para el municipio de San Agustín Etlá, y su comparación en el contexto nacional.

Indicadores de rezago social	2005	2010
Población total	3,243	3,893
% de población de 15 años o más analfabeta	4.01	2.7
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.24	1.73
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	39.34	33.25
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	48.47	36.66
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	14.11	6.69
% de viviendas particulares habitadas sin excusado o sanitario	5.74	3.44
% de viviendas habitadas sin agua entubada de la red pública	2.87	2.87
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	16.85	8.8
% de viviendas particulares habitadas sin de energía eléctrica	2.62	0.67
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	30.21	23.23
% de viviendas particulares habitadas sin refrigerador	18.6	11.76
Índice de rezago social	-1.19268	-1.30801
Grado de rezago social	Muy bajo	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2199	2295

Fuente: Microrregiones de SEDESOL. Estimaciones del CONEVAL, con base en INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005 y la ENIGH 2005.

Respecto a estas variables a nivel de la localidad se documentan lo siguientes resultados:

Tabla 4-20. Indicadores de rezago social para la localidad de San Agustín Etlá

	2005	2010
Población total	3,150	3,708
% de población de 15 años o más analfabeta	4.03	2.76
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.17	1.81
% de población de 15 años y más con primaria incompleta	39.09	32.92
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	47.75	35.71
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	13.5	6.02
% de viviendas particulares sin excusado o sanitario	5.78	3.51
% de viviendas particulares sin agua entubada de la red pública	2.83	2.81
% de viviendas particulares habitadas sin drenaje	16.32	8.43
% de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.44	0.4
% de viviendas particulares habitadas sin lavadora	29.56	22.39
% de viviendas particulares habitadas sin refrigerador	17.74	11.14
Índice de rezago social	-1.46449	-1.40896

Grado de rezago social	Muy bajo	Muy bajo
------------------------	----------	----------

Fuente: Microrregiones de SEDESOL. Estimaciones del CONEVAL, con base en INEGI, II Conteo de Población y Vivienda 2005 y la ENIGH 2005.

4.2.3.8 Servicios básicos

4.2.3.8.1 Vivienda

En las siete localidades de San Agustín Etlá se cuenta un total de 1,048 viviendas particulares habitadas con un promedio de 3.72 habitantes. De estas viviendas 342 cuentan con una computadora; 1,013 están conectadas a la red pública de drenaje y 1,036 tienen el servicio de energía eléctrica. Para el caso de la localidad de San Agustín Etlá, existe un total de 996 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 3.72 ocupantes. De estas viviendas, 60 cuentan con piso de tierra; 965 disponen de agua de la red pública y 899 cuentan con un sistema de drenaje.

De acuerdo al Presupuesto de Egresos para el ejercicio fiscal 2016, del Gobierno del estado de Oaxaca, el 3.9% del presupuesto total está fue destinado a vivienda y servicios a la comunidad, sin embargo, no se especifica el dato a nivel municipal. De acuerdo con el Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, en el año 2007, 74,371 pesos fueron destinados a obras públicas y acciones sociales.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal Sustentable de San Agustín Etlá de la administración (2011-2013), planteó la generación de políticas públicas en la administración municipal definiendo los ejes sobre los cuales se desarrollará el trabajo de cada una de sus áreas administrativas. Se han formulado siete ejes de gobierno con la finalidad de establecer los objetivos municipales, las estrategias de desarrollo basadas en las prioridades detectadas con la comunidad, así mismo se establecen los proyectos y líneas de acción a seguir, de tal forma que el futuro del municipio, tenga una dirección y rumbo claro, alcanzando un desarrollo integral y sustentable. Este documento tiene como misión el cubrir las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para resolver sus propias necesidades. El plan de desarrollo tuvo como objetivos los siguientes puntos:

- 1) Propagar las acciones del gobierno municipal estableciendo un orden de prioridades.
- 2) Prever las acciones y recursos necesarios para el desarrollo económico y social del municipio.
- 3) Promover el desarrollo armónico de la comunidad del municipio.
- 4) Movilizar los recursos económicos de la sociedad y encaminarlos al desarrollo de actividades productivas.
- 5) Promover la participación y conservación del medio ambiente.

Podemos concluir dos aspectos importantes en relación a los tipos de vivienda del municipio, a saber: a) Un alto porcentaje de las viviendas tienen acceso al servicio de agua entubada y b) más del 98% de los hogares cuentan con el servicio de energía eléctrica. Aunque realmente son pocos los porcentajes de las viviendas que no cuentan con estos servicios, es importante considerar que representan una cantidad significativa de habitantes que están requiriendo el servicio y, por lo tanto, resulta ser una ardua labor y un compromiso urgente que tendrá que atender la actual administración para, al menos, si no es posible cubrir el 100% de la demanda, para disminuir todavía más el porcentaje de hogares que no tiene al menos el líquido vital.

Por otro lado, en relación a las necesidades de drenaje, todavía se muestra un importante porcentaje que no tienen acceso a este servicio municipal (17.1%), de tal suerte que la labor en materia de obras para acercar este tipo de servicios a la población, requerirá de un importante esfuerzo y atención.

4.2.3.9 Urbanización

4.2.3.9.1.1 Vías y medios de comunicación existentes

El municipio está comunicado por la carretera federal 190, con dos accesos principales, por San Sebastián y por La Capellanía. De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal, el acceso principal a San Agustín Etla está construido de pavimento asfáltico que está en muy malas condiciones debido a que la obra no fue concluida en su totalidad. Existen aproximadamente 6,850 m² de calles pavimentadas con concreto hidráulico, mientras que los caminos de terracería comprenden 7,800 m² aproximadamente.

En el municipio se cuenta con el servicio de teléfono domiciliario. Este servicio es proporcionado por la empresa Telmex. Se tiene la opción a la banda ancha de Internet.

Además, se tiene acceso a la telefonía celular por medio de diferentes compañías, pero la señal es muy baja o nula, en algunas partes es necesario instalar una antena para mejor recepción de señal. Asimismo, se cuenta con una radiodifusora comunitaria en el 103.5 de FM denominada “Radio Manantial”, que es escuchada en la mayoría de las comunidades del Valle de Etna. La televisión abierta tiene cobertura en la mayor parte del territorio de San Agustín Etna.

4.2.3.10 Transporte Público y Privado

El servicio de transporte público de pasajeros de la cabecera municipal a la ciudad de Oaxaca u otros puntos es por medio del servicio de taxis colectivos, los cuales están agremiados en dos sitios, que son: sitio “El Cárcamo” con una flotilla de 29 unidades y el sitio “San José Vista Hermosa” con 12 unidades. Existe un autobús que proporciona servicio a estudiantes de la Escuela Secundaria que viven fuera de la comunidad, existen 2 corridas una a las 06:30 h y la otra a las 15:00 h. En cuanto al transporte privado, el censo de INEGI 201 reportó que el 42.9% de las viviendas del municipio de San Agustín Etna cuenta con automóvil o camioneta. En lo que respecta a la localidad, el 43.4% de los habitantes cuentan con un medio de transporte privado.

4.2.3.10.1 Salud y seguridad social

De acuerdo con el Informe Anual de Situación de la situación de Pobreza y Rezago Social, en materia de salud y seguridad social, el municipio de San Agustín de Etna cuenta con un sistema de servicios médicos en conformado por 1 unidad médica.

El personal médico en 2010 era de una persona (0.02% del total de médicos en la entidad). La razón de médicos por unidad médica era de 1, frente a la razón de 3.8 en todo el estado. De la total de la población beneficiaria en algún sistema de salud, para el caso del municipio de San Agustín de Etna el 63% se encuentra afiliada, para el caso de la localidad homónima solo 63.9% es beneficiaria, tal y como se muestra en la siguiente figura.

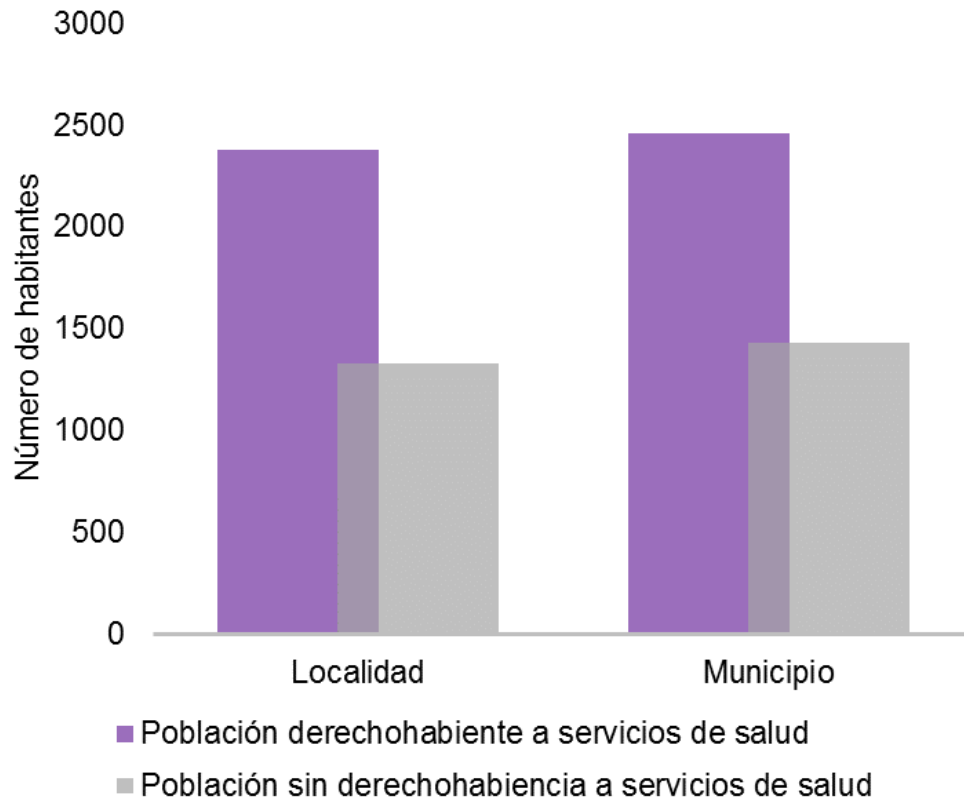


Figura 4-99. Población derechohabiente a servicios de salud social en el municipio de San Agustín Etlá y la localidad del mismo nombre, Oaxaca. INEGI, 2010.

Del total de la población del municipio de San Agustín Etlá y de la localidad del mismo nombre, la mayor parte de los afiliados, en ambos casos, son derechohabientes a los servicios del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). En segundo lugar, pero menor proporción, se encuentran los afiliados al sistema ISSSTE, lo cual se muestra en la siguiente gráfica.

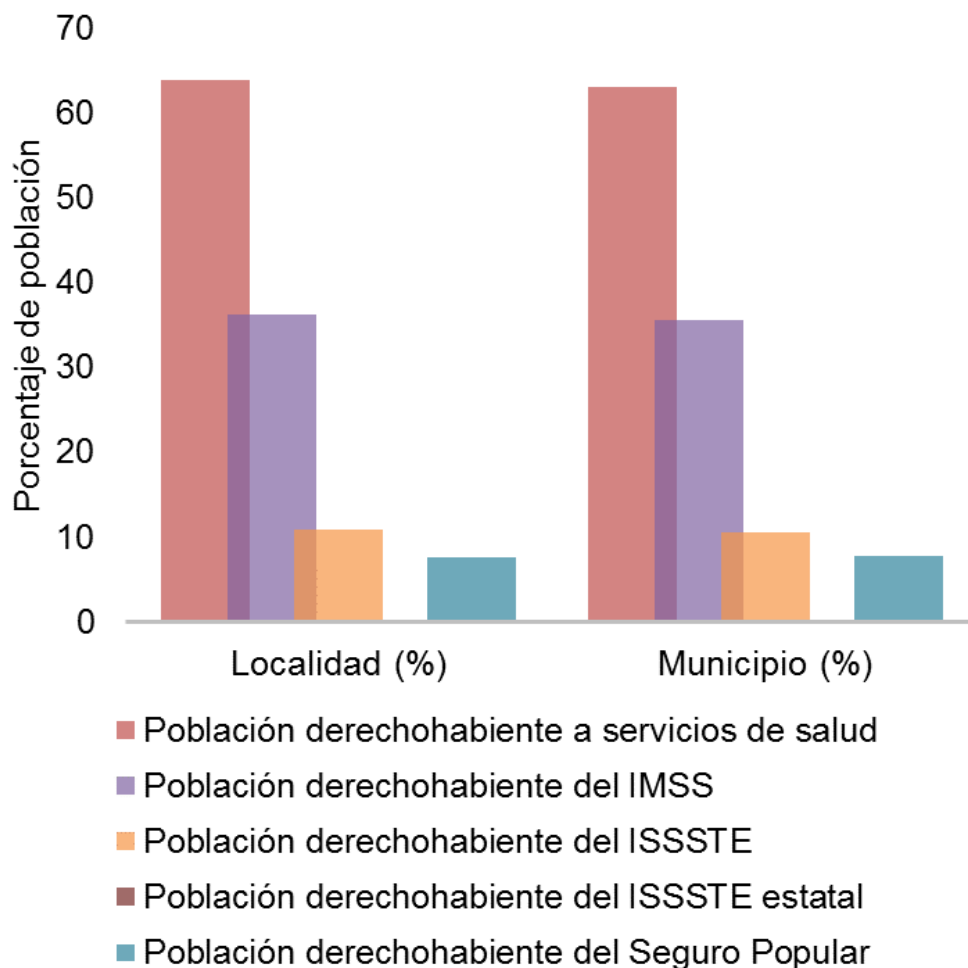


Figura 4-100. Población derechohabiente por tipo de servicio de salud social en el municipio y la localidad de San Agustín Etla, Oaxaca. INEGI, 2010.

4.2.3.11 Educación

El municipio de San Agustín Etla cuenta con una infraestructura educativa que beneficia a la población en este derecho humano. De acuerdo con cifras otorgadas por el Informe Anual de la Situación de la Pobreza y Rezago Social de la SEDESOL y CONEVAL en el 2010 en el municipio existían tres escuelas preescolares (0.1% del total estatal), tres primarias (0.1% del total) y una secundaria (0%). Además, el municipio no contaba con ningún bachillerato y ninguna escuela de formación para el trabajo.

El municipio de San Agustín de Etla hay una marcada carencia de centros educativos. No obstante, existen un alto porcentaje de asistencia de los niños y jóvenes en edad de cursar algún nivel educativo (Figura 9). Para la localidad de San Agustín Etla se registra que cuatro niños, de los cuales 3 son del sexo masculino, no asisten a la primaria. Para el

caso del total de municipio es del 1% que no asiste, que es la misma cifra que a nivel localidad. El mayor porcentaje de inasistencia se tiene a nivel preescolar y es idéntico en el municipio y la localidad (27.6%).

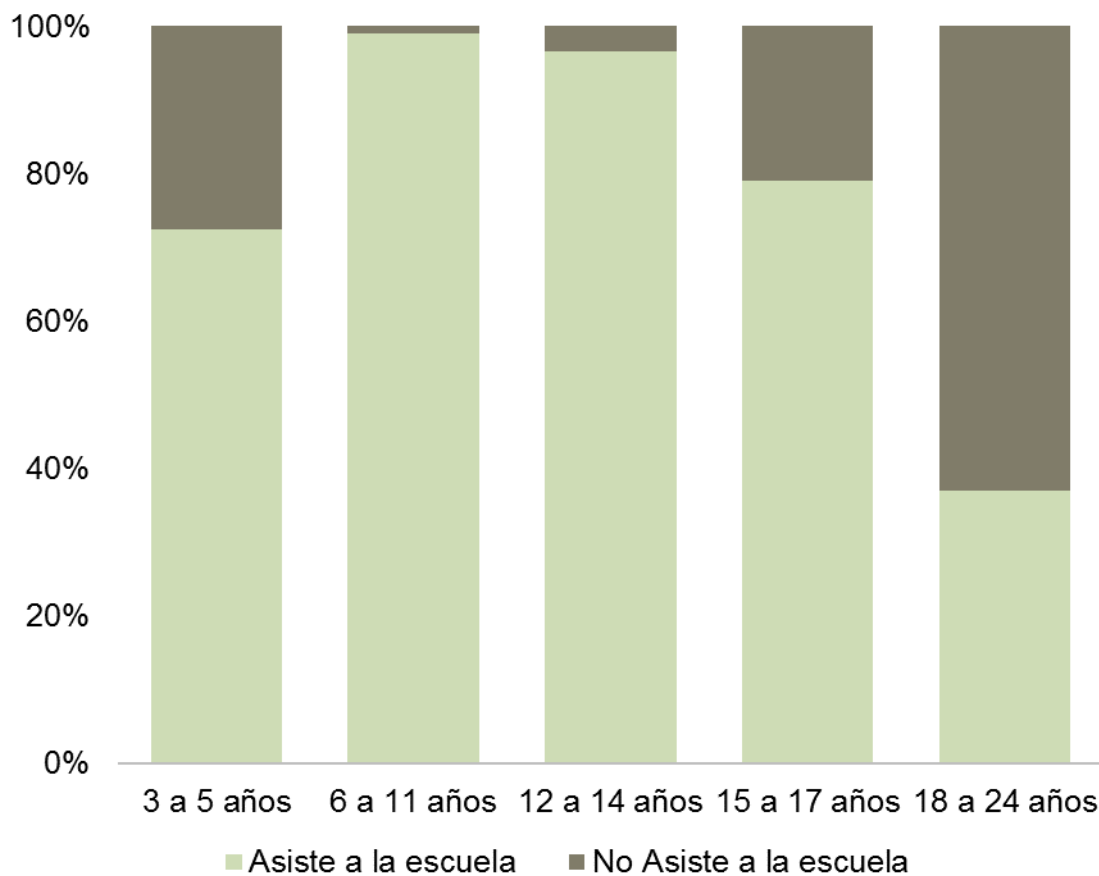


Figura 4-101. Porcentajes de niños en edad escolar que asisten o no a la escuela en el municipio de San Agustín Etlá, Oaxaca. Fuente: INEGI, 2010.

Con respecto a los niños en edad de cursar la secundaria, en la localidad de San Agustín Etlá el 3.7% de los niños y adolescentes no asiste a cursar este nivel educativo. Es importante señalar que en la localidad solo existe un equipamiento de este nivel educativo. Por su parte los datos duros a nivel municipal registran un 3.4% de este grupo de jóvenes en este rango de edades que no cursan la secundaria.

Por otra parte, y tomando en cuenta que en el municipio de San Agustín Etlá no existe un bachillerato general, por lo que existen altos porcentajes de jóvenes que no asisten a cursar la educación media superior. El 21% de los jóvenes de 15 a 17 años no asiste a la escuela. Asimismo, el porcentaje de habitantes mayores de 18 años que cuenta con al

menos un grado de educación media superior es únicamente de 20.6%. En la localidad este porcentaje es de 20.8%.

Por último, en el municipio de San Agustín Etna no existe equipamiento educativo de nivel superior. Existe un alto porcentaje, el 63%, de jóvenes entre edades de 18 a 24 años en edad que no asiste a cursar la universidad (Tabla 4-21). Para el caso de la localidad homónima, este porcentaje es de 62.6%. En la siguiente tabla se muestran la descripción estadística de este rubro.

Tabla 4-21. Porcentaje de la población, de acuerdo al rango de edades sin asistir a la escuela en el municipio y la localidad de San Agustín Etna, Oaxaca.

Nivel educativo	Rango de edad	Porcentaje de inasistencia escolar	
		Municipio	Localidad
Preescolar	3 a 5 años	27.6	27.6
Primaria	6 a 11 años	1	1
Secundaria	12 a 14 años	3.5	3.7
Bachillerato	15 a 17 años	21	20
Universidad	18 a 24 años	63	62.6

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de INEGI 2010.

Respecto a la población mayor de 15 años de edad, la condición de la localidad de San Agustín Etna la población que no sabe leer ni escribir (analfabeta), suma un total de 76 personas, lo que representa el 2.8% respecto al total de la población mayor de 15 años (Figura 4-102), en su comparativo con el total municipal las personas en esta condición suman 2.7%. Por otra parte, la población de 15 años y más sin escolaridad suma 71 habitantes, para la localidad representa el 2.6% de la población, para el caso del total municipal, esta condición se ve reflejada en el 2.4% de la población. Las mujeres representan el 69.7% de la población en esta condición educativa.

Dentro de la población de 15 años y más, encontramos que la población sin la primaria completa compone el 10.2% para el caso de la localidad San Agustín Etna. Para el contraste municipal el dato duro es 10.4%. Lo siguiente se documenta en la siguiente figura con los porcentajes.

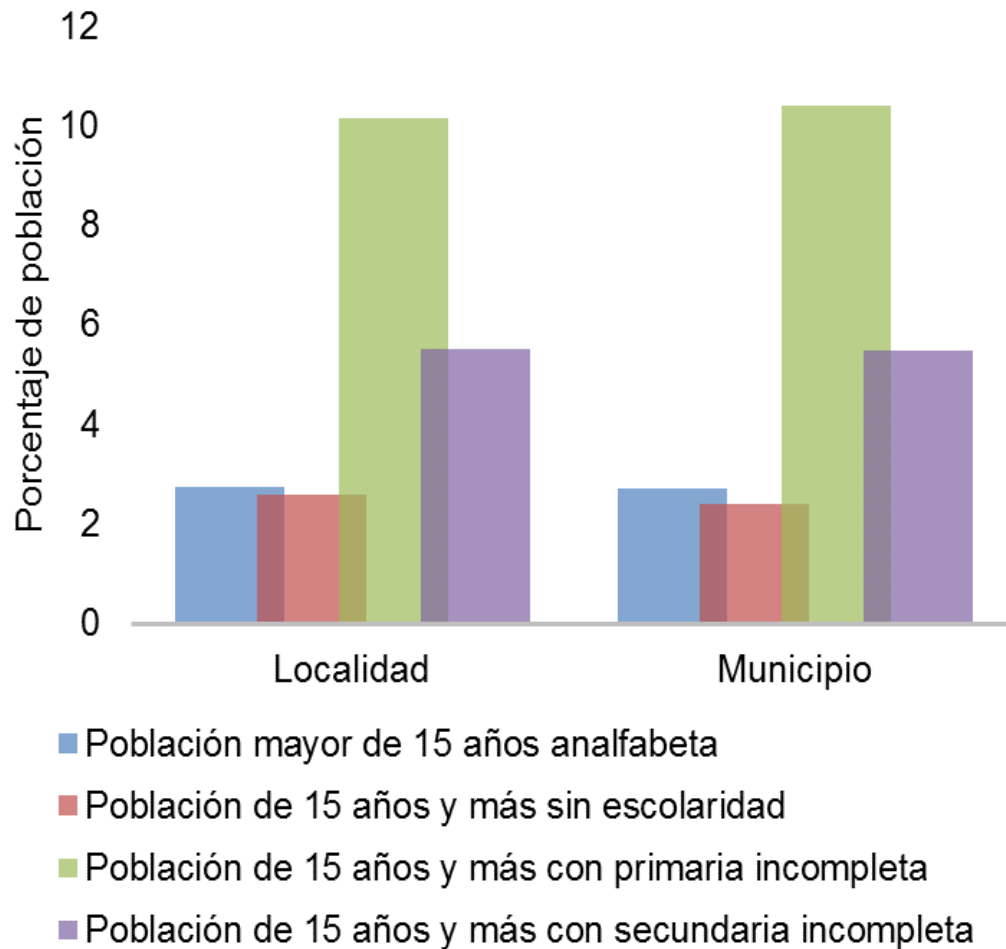


Figura 4-102. Condición de instrucción educativa de la población mayor de 15 años. Fuente: elaboración propia a partir del INEGI 2010.

Para el municipio de San Agustín Etla el grado educativo en promedio de la población es de 9.6, lo que equivale a 1° de educación media superior o secundaria terminada. El grado promedio en el estado de Oaxaca es de, 6.9, lo que equivale a 1° de secundaria inconcluso, por lo tanto, el municipio supera las estadísticas del estado. Para el caso de la localidad de San Agustín Etla, encontramos que el grado educativo promedio también es de 1° de educación media superior casi terminado. Finalmente, en 2010, la condición de rezago educativo afectó a 11.8% de la población, lo que significa que 617 individuos presentaron esta carencia social en el municipio de San Agustín Etla.

4.2.3.12 Población económicamente activa (PEA)

En el municipio de San Agustín Etlá, de acuerdo con el censo de población y vivienda del INEGI (2010), se contabilizó un total de 1,661 personas como población económicamente activa, para el caso de la localidad homónima se registró un total de 1,581 personas, ya que de acuerdo a las variables de INEGI la población mayor de 12 años que desarrolla alguna actividad productiva cuenta como población económicamente activa. En este sentido, este sector representa el 42.7% del total de habitantes para el municipio, y el 42.6% para la localidad.

El INEGI distingue de la PEA aquella que se encuentra en la condición de “no económicamente activa”, que son las personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tienen alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar, en este sentido, el 35.5% de la población se encuentra en esta condición en el municipio de San Agustín Etlá, por su parte, para la localidad del mismo nombre es el 35.7%. Respecto a la población desocupada (Personas de 12 a 130 años de edad que no tenían trabajo, pero buscaron trabajo en la semana de referencia), son el 0.6% y el 0.5% respectivamente.

Tabla 4-22. Condición de la población económicamente activa para el municipio y la localidad San Agustín Etlá, Oaxaca. Fuente: INEGI, 2010.

	Localidad	Porcentaje	Municipio	Porcentaje
Población económicamente activa	1581	42.6	1661	42.7
Población no económicamente activa	1322	35.7	1383	35.5
Población ocupada	1561	42.1	1638	42.1
Población desocupada	20	0.5	23	0.6

Por otra parte, respecto a la población ocupada por sexo, para el municipio de San Agustín Etlá, el 60.1% de la población en este rubro son hombres. Por su parte, para la localidad de San Agustín Etlá, el 60.2% es población masculina ocupada. Las mujeres en este rubro representan el 39.9% y el 39.8% respectivamente, tal y como se muestra en la siguiente figura.

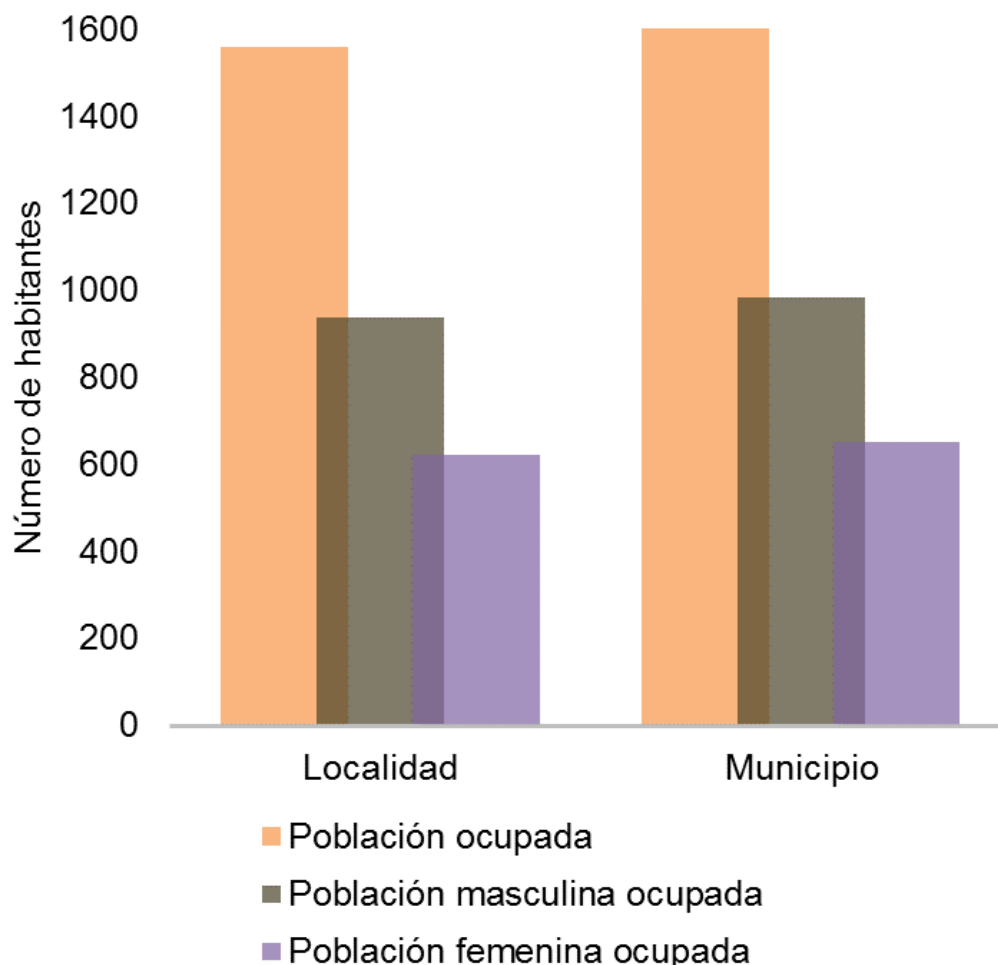


Figura 4-103. Población ocupada desagregada por sexo en el municipio y la localidad de San Agustín Etla, Oaxaca. Fuente: INEGI, 2010.

4.2.3.13 Actividades productivas por sector

No se cuenta con información disponible de la distribución de la población por sector productivo a nivel localidad. Sin embargo, y de acuerdo con la información disponible en el portal de Unidad de Microrregiones de la SEDESOL, el municipio San Agustín Etla cuenta con un total 1,661 habitantes económicamente activos, de estos el 98.62% se encuentra distribuido en alguno de los tres sectores económicos, es decir, población ocupada. De esta población, únicamente el 6% se ubica en el sector primario, es decir la población dedicada a actividades vinculadas con la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. El sector secundario con 24.8% de la población ocupada principalmente en ramo de la construcción e industrias manufactureras, minería y electricidad, agua y suministro de gas. Por su parte el sector terciario representa el 68%

de la población económicamente activa, el porcentaje mayoritario, este se refiere a actividades relacionadas con el comercio y los servicios.

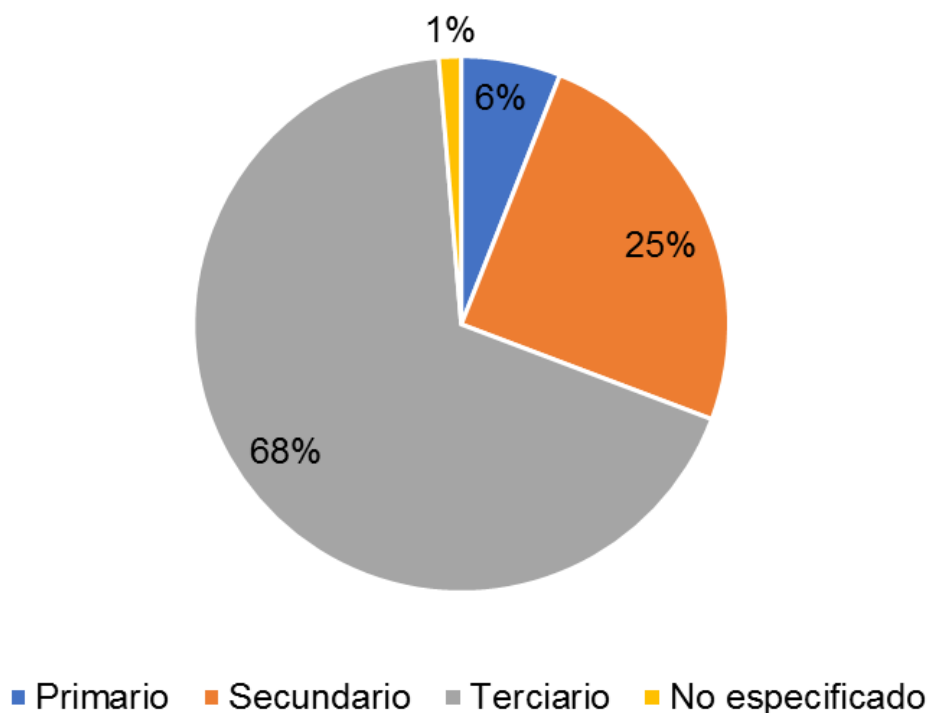


Figura 4-104. Porcentaje de población ocupada por sector productivo en el municipio de San Agustín Etla, Oaxaca. Fuente: INEGI, 2010.

Tabla 4-23. Distribución de población económicamente activa por sector productivo en el municipio de San Agustín Etla, Oaxaca. Fuente: elaboración propia a partir de la información de Unidad de Microrregiones de la SEDESOL.

Sector productivo	Actividad	Población	Porcentaje
Primario	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	98	6.0
Secundario	Minería	2	0.1
	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	24	1.5
	Construcción	185	11.3
	Industrias manufactureras	193	11.8
Terciario	Comercio al por mayor	34	2.1
	Comercio al por menor	200	12.3
	Transportes, correos y almacenamientos	85	5.2
	Información en medios masivos	11	0.7
	Servicios financieros y de seguros	36	2.2

	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	7	0.4
	Servicios profesionales, científicos y técnicos	54	3.3
	Dirección de corporativos y empresas	0	0
	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	37	2.3
	Servicios educativos	115	7.0
	Servicios de salud y de asistencia	123	7.5
	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	37	2.3
	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	71	4.4
	Otros servicios excepto a actividades de gobierno	176	10.8
	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	122	7.5
No especificado	No especificado	22	1.3

4.2.4 Paisaje

La inclusión del componente paisaje en un estudio de impacto ambiental alcanza importancia sustantiva en aquellas áreas donde la calidad escénica pudiera alterarse de manera significativa con el desarrollo del proyecto.

Es por lo anterior, que el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente y su valoración debe sustentarse en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento perceptual, aglutinador de una serie de características del medio físico y el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto determinado. El concepto de paisaje también puede ser abordado desde la óptica de la estructura espacial que presentará el sitio con la realización del proyecto en relación con el grado de conservación de los ecosistemas circundantes.

La visión e interpretación del paisaje desarrollada desde la ecología del paisaje se fundamenta en una aproximación de carácter estructural -morfológica- y a la vez funcional. En otras palabras, permite analizar las características estructurales y morfológicas que componen un territorio en un momento determinado y/o su evolución a lo largo del tiempo, infiriendo a la vez en su incidencia a nivel de funcionalidad ecológica. Por todo lo anterior, se puede concluir que la ecología del paisaje focaliza su atención en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio (Forman y Godron, 1986).

Desde el punto de vista de la estética y la calidad escénica, el sitio del proyecto sufrirá ligeras transformaciones ya que serán sustituidas unas pocas hectáreas de vegetación forestal para la apertura de un camino de terracería, así como la ampliación y rehabilitación de un canal de conducción durante varios kilómetros. Gran parte de la infraestructura que se va a rehabilitar ya existe y ha causado impactos negativos desde su construcción, mientras que solo una pequeña parte será construido por primera vez (ampliación de caminos).

El paisaje circundante al proyecto (dentro y fuera del SAR) son zonas forestales al norte, sur y este, mientras que al oeste están los valles centrales de Etna, una zona ampliamente transformada por actividades humanas. Dentro del SAR se aprecian varios fragmentos que fueron desmontados hace tiempo y hoy experimentan procesos de recuperación por regeneración natural. El principal impacto a escala de paisaje que ocurriría con el proyecto es el incremento del ancho del camino y el canal existente, lo que podría suponer una barrera más compleja para el desplazamiento de las especies de fauna terrestres; anfibios, reptiles y mamíferos no voladores (no aves), sin embargo se sigue considerando que la afectación es reducida y puntual ante el tamaño del SAR y el diseño longitudinal del proyecto.

4.3 Diagnóstico Ambiental

El sistema ambiental regional delimitado para el presente proyecto es muy heterogéneo debido al amplio gradiente altitudinal existente, el cual va de los 1650 en el valle de Etna (al oeste del SAR) hasta los casi 3200 msnm aproximadamente (parte este del SAR). Esta amplia variación altitudinal es la responsable del gradiente de ecosistemas que se puede encontrar en dicho polígono, comenzando uno de afinidad tropical correspondiente a elementos de la selva baja caducifolia que debió existir en el valle de Etna y en toda la cabecera municipal de San Agustín Etna, actualmente este tipo de vegetación no presenta fragmentos conservados debido a que fue sustituido por asentamientos humanos y campos de cultivo y pastoreo casi en su totalidad. Terminando las últimas casas de San Agustín Etna, hacia la parte alta del SAR, existe una muy angosta franja de terrenos de cultivo, la mayoría de temporal y algunos de riego.

Todas estas unidades ambientales con alto grado de transformación (zonas agrícolas, ganaderas, urbanas y con vegetación secundaria) no sobrepasan más del 17% del total del SAR, mientras que el restante 83% del SAR corresponde a ecosistemas forestales

originales con mayor grado de conservación, motivo por el que se puede afirmar que la zona aún presenta hábitats relevantes para la flora y la fauna, así como por la provisión de servicios ambientales para los habitantes aledaños.

De los recorridos y muestreos de campo, se puede concluir que son notorios los efectos de que la comunidad indígena de San Agustín Etla (quien aporta la mayor cantidad de superficie al SAR) haya decidido dedicar una gran cantidad de su territorio para fines de conservación y restauración, ya que no se observaron evidencias de aprovechamiento de los recursos naturales tanto de manera intensiva como extensiva. La decisión de restringir las actividades de aprovechamiento ha sido apuntalada con el ingreso de aproximadamente 2,356 ha de la comunidad al programa de pago por servicios ambientales con fondos concurrentes del gobierno federal (CONAFOR) y estatal. Tal programa de compensación ha permitido que los integrantes de la comunidad, dicho por ellos mismos, hayan cambiado parcial o totalmente sus ocupaciones para dedicarlas a actividades de vigilancia ambiental, prevención y combate de incendios, producción de especies forestales en vivero propio ser usadas en programas de reforestación de la misma comunidad, entre otras.

Los listados de fauna generados en los recorridos de campo corroboran la información anterior, pues aun cuando los muestreos se dieron en plena época seca, llama la atención la cantidad de especies registradas en tan solo seis días de trabajo de campo para el grupo de aves, plantas y mamíferos, no así para los anfibios y reptiles, probablemente más afectados por la falta momentánea de humedad ambiental y edáfica.

Otro indicador del buen estado de conservación de los ecosistemas forestales es la presencia de especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM 059 SEMARNAT 2010, ya que dentro del SAR se registraron cuatro especies de árboles, siete de aves, seis de anfibios y reptiles y tres mamíferos.

Por otra parte, se pudieron percibir algunos aspectos que ilustran cierta problemática ambiental que está aconteciendo en el SAR, una de las más preocupantes fue la elevada incidencia de plantas parásitas (muérdago) infestando y debilitando a una gran cantidad de individuos de pino y encino en las partes intermedias del SAR (específicamente en el ecotono de los bosques de encino caducifolio y el bosque de pino-encino), sobre todo a los árboles de mayores dimensiones. La presencia de este problema hace pensar que es urgente intervenir la zona con acciones de sanidad y control de dichas especies parásitas

aunque es muy probable que la infestación solo se consecuencia de un mayor estrés climático al que se están enfrentando los bosques templados ante la ocurrencia de años más secos y calurosos.

Se considera también que la realización de las obras de infraestructura relacionadas con el presente proyecto no pone en riesgo la integridad de los ecosistemas existentes en el SAR, ni de las especies críticas detectadas. Lo anterior se afirma debido a la que la infraestructura que se pretende desarrollar se realizará por sitios ya previamente impactados por la construcción de un canal de concreto construido hace décadas con la finalidad de generar energía eléctrica a partir de la corriente del Río Grande o Río San Agustín y que hoy se encuentran abandonadas dichas instalaciones.

La afectación sobre las especies en riesgo será nula ya que la mayoría de dichas especies no se encuentran sobre las zonas en que se rehabilitará infraestructura, de hecho en el caso de los árboles, dos de las especies en riesgo no se ubican sobre el sitio del proyecto (están en las partes más altas y húmedas del SAR, lejos de donde se pretende rehabilitar). Las otras dos especies arbóreas si se ubican cerca del trazo del proyecto pero aun cuando se encuentran en muy baja densidad se tendrá cuidado en que la construcción de la infraestructura no implique la afectación de ellas.

En el caso de las especies de fauna, se ejecutarán acciones rescate y reubicación de especies que estén sobre las zonas donde se rehabilitará infraestructura, que básicamente es un camino de terracería que puede ser recorrido a pie y que justo en medio tiene el canal anteriormente comentado e inclusive presenta algunas especies arbóreas exóticas cerca del canal y en la antigua casa de máquinas.

En resumen, el SAR que acoge la probable construcción del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna, si bien es un espacio con condiciones ambientales relativamente conservadas debido a que los propietarios del bosque han decidido en los últimos años llevar a cabo acciones para su conservación y restauración, cuenta con una historia de deterioro por la construcción del proyecto hidroeléctrico hoy existente en el sitio (existe un canal de concreto de aproximadamente 80 cm de ancho y 1.20 metros de profundidad que va paralelo al río durante 4.5 km aproximadamente, además de instalaciones de la antigua casa de máquinas con vegetación exótica alrededor). La existencia de la localidad de San Agustín Etna dentro del polígono definido ha tenido un claro efecto en las transformación de los tipos de vegetación originales en la parte baja del SAR por

actividades agropecuarias y de asentamientos humanos (inclusive existen varios predios en las partes medias y altas del SAR que fueron usados para fines agrícolas y/o pecuarios y que ahora son sitios que están experimentando recuperación por medio de procesos de regeneración natural).



Consultoría Integral en
& Gestión Ambiental
& Sustentabilidad

CAPITULO

V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPITULO	238
V	238
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	238
5.3. Matriz cualitativa	249
5.4. Matriz cuantitativa	252
5.5. Matriz de importancia	253

5.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El presente capítulo tiene como finalidad la evaluación del impacto ambiental mediante la relación de factores ambientales con las actividades a desarrollar en la construcción y operación de la obra en referencia. La evaluación es una herramienta que permitirá identificar y evaluar las actividades a desarrollar; así como su impacto para con el medio ambiente. Se desarrolla a partir de una visión integral, desde un punto de vista multidisciplinario y con profesionistas especialistas en cada uno de los elementos ambientales evaluados.

El proceso de evaluación que a continuación se describe, fue realizado en forma interdisciplinaria con la participación de los profesionales especialistas de CIGA S.C. En esencia, el proceso consistió en una revisión detallada del proyecto en todos sus aspectos y análisis de cada una de las actividades que lo comprenden, así como el impacto que éstas generan, en función del estado ambiental inicial o de referencia. El proceso culminó en la identificación de impactos y su valoración tanto para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento; según la figura 5-1

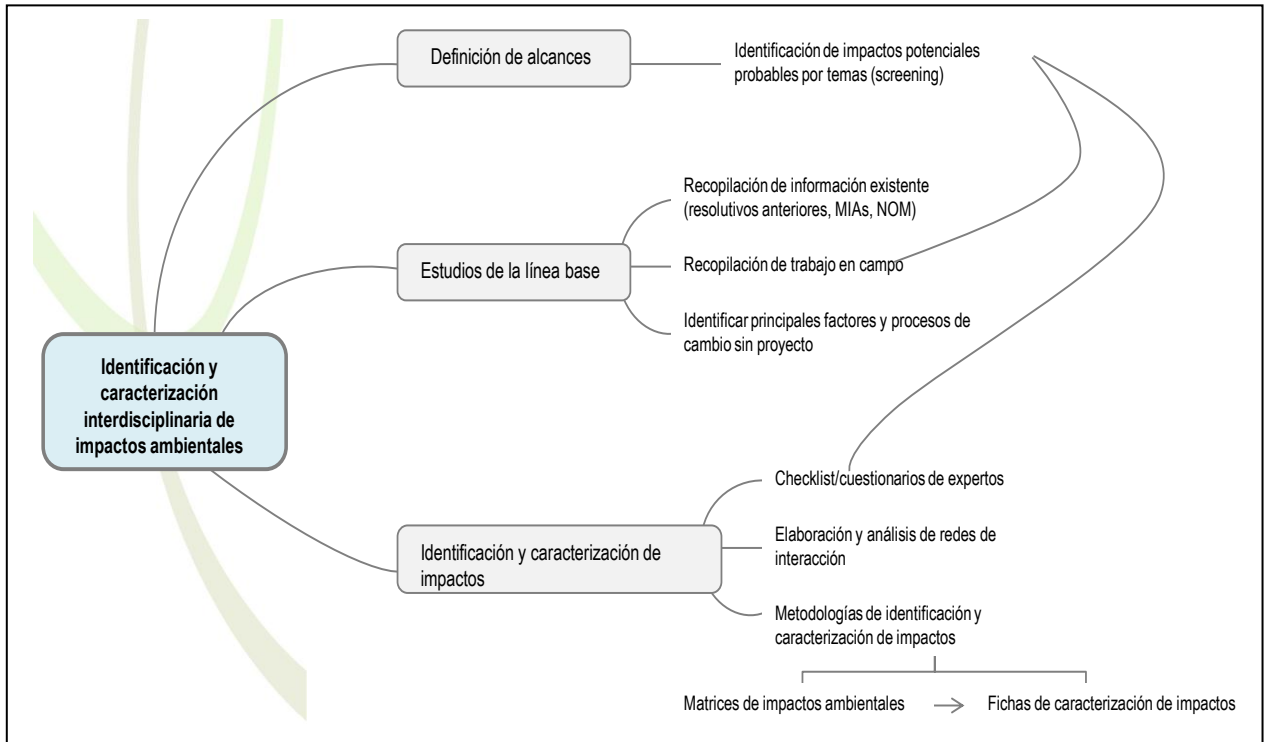


Figura 5-1. Procedimiento CIGASC para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Fuente: CIGAS S.C, 2016

Partiendo de que el “ambiente” se refiere a la suma de factores físicos, bióticos, sociales, culturales, económicos y estéticos del área de influencia del proyecto y, de que el impacto ambiental está definido como: cualquier modificación al entorno natural o humano; de algunos de sus elementos o condiciones; producido de forma directa o indirecta por toda clase de actividades humanas que sean susceptibles de modificar, tanto positiva como negativamente su calidad.

Por ello, la evaluación de los impactos sobre el ambiente tiene como función primaria la identificación, interpretación, cuantificación y cualificación de las interacciones entre el desarrollo del proyecto y el “ambiente” natural donde se proyecta; así como de las consecuencias ambientales asociadas a la ejecución del proyecto.

Debido a la gran diversidad de métodos de evaluación de impactos ambientales existentes, donde muchos no son compatibles a las condiciones socioeconómicas y políticas de México, se hace necesario adaptarlos por medio de modificaciones y/o revisiones. Para el presente documento el enfoque multidisciplinario permitió definir e integrar, de manera más adecuada, las actividades del proyecto y los factores ambientales sensibles a estas.

El objeto de la identificación de los impactos y de su valoración es poder asegurar que todos los efectos negativos puedan ser reconocidos, caracterizados y, que permitan formular medidas de mitigación apropiadas a los efectos negativos al ambiente; así como estimar sus costos.

Dentro de las técnicas utilizadas para este estudio se distingue la identificación de impactos y la valoración de los mismos. Para la identificación de los impactos ambientales significativos que puede generar la construcción del proyecto, se consideró la definición de “impacto significativo” establecida en la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, mismo que a la letra refiere: “... *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...*”.

En la selección de indicadores ambientales fue necesario definir un árbol de acciones (Gómez Orea, 2003) para que, junto con los factores ambientales seleccionados se evalúe la dimensión de las alteraciones que pudieran presentarse como consecuencia de la construcción del proyecto.

Los indicadores fueron cuidadosamente seleccionados de acuerdo a las particularidades de la zona de estudio y de las características de la obra a desarrollar. Los criterios fueron tanto de tipo cualitativo como cuantitativo, espacio-temporales, se consideró la capacidad de soporte del sistema y el grado de reversibilidad de los efectos detectados antes del proyecto, así como los previstos en el escenario futuro. Los indicadores se utilizan para: revisar condiciones ambientales en la estimación de efectos / impactos, para determinar las consecuencias ambientales y, en la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación / compensación. Los indicadores también permiten verificar efectividad y cumplimiento (Espinoza, 2001).

Para el cálculo de los impactos se seleccionó la metodología de Vicente Conesa, mejor conocida como Matriz de Importancia. Esta matriz nos permite tener una visión integral de la problemática ambiental, incluye todas las acciones propias del proyecto y los factores ambientales que están involucrados y posee niveles de mayor confiabilidad al jerarquizar las opiniones de expertos, (Método Delphi). Si bien esta metodología parte del principio de los métodos matriciales (Canter, 2000), en ellos se plasman las posibles interacciones de las acciones durante la construcción del proyecto y el ambiente, se definen las acciones que generan más de un impacto y, los factores ambientales afectados por más de una acción, pero la mayoría de las metodologías antes mencionadas caen en la subjetividad.

El método expuesto por Vicente Conesa (Conesa Fernández-Vitora, 1997) propone que los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once características del efecto producido por la acción sobre el factor considerado. Estas once características se señalan en el apartado de anexos metodológicos.

Cabe mencionar que no se encontró ningún programa de desarrollo urbano para el municipio publicado de manera oficial. Por lo cual, el análisis necesario de las obras de readecuación de la infraestructura ya existente consideró una superficie a aprovechar de

566.5 Ha., en las cuales se realizarán las actividades desagregadas en el capítulo dos del presente documento, las cuales incidirán sobre algunos componentes ambientales del predio seleccionado.

5.2. Indicadores de impacto

5.2.1. Indicadores cualitativos

Para poder identificar y caracterizar los impactos ambientales se seleccionaron una serie de indicadores, así como elementos y características susceptibles de ser impactados. Una vez definidos se realizó una matriz de evaluación de impactos ambientales para las etapas del proyecto: preparación del sitio; construcción y, operación y mantenimiento. Los indicadores seleccionados se muestran en la tabla 5-2.

Tabla 5-2. Indicadores para identificar impacto ambiental

Características de los impactos	Naturaleza	Benéfico
		Adverso
	Origen	Directo
		Indirecto
	Temporalidad	Temporal
		Permanente
	Extensión	Localizado
		Extenso
Determinación	Susceptible de mitigar	Si
		No
	Posibilidad de ocurrencia	Alta
		Media
Evaluación	Magnitud	Baja
		Compatible
		Moderado
		Severo
		Crítico

5.2.2. Indicadores cuantitativos

A fin de identificar y evaluar los impactos ambientales derivados de la implementación del proyecto se seleccionaron las acciones del mismo que afectarán el medio natural y

socioeconómico (tabla 5-3); así como los factores ambientales susceptibles de alteración por las acciones del mismo (tabla 5-4), para posteriormente construir la matriz correspondiente.

Tabla 5-3. Acciones identificadas a evaluar en la matriz

Etapas del proyecto	Acciones	Clave
PREPARACIÓN DEL SITIO	Trazo y nivelación	PRE-1
	Desmante y despalme	PRE-2
CONSTRUCCIÓN	Contratación de mano de obra	CON-1
	Excavación y demolición	CON-2
	Rehabilitación y construcción obra civil	CON-3
	Líneas de transmisión	CON-4
	Camino de acceso	CON-5
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Contratación de mano de obra	OPE-1
	Pruebas y generación de energía	OPE-2
	Mantenimiento de obra civil	OPE-3

- Contratación de mano de obra: La presencia de personal en zonas las diferentes zonas del proyecto impactarán por los residuos sólidos y sanitarios.

Cabe mencionar que las siguientes actividades se realizarán sobre el área del canal existente y se trabajará sin la presencia de agua en el mismo (canal seco), para ello realizarán brincos o desviaciones en los tramos bajo intervención.

- Trazo y nivelación: Esta actividad implica el marcar las diferentes áreas a intervenir, así como generar los niveles del suelo conforme a las necesidades del proyecto, para así ubicar los nuevos elementos que se pretenden desarrollar. Las actividades se realizarán con un equipo de topografía y una cuadrilla de personal, la cual trabajará y se movilizará sin ayuda de medios mecánicos.

- **Desmante o despalme:** Esta actividad implica la pérdida de cobertura y la capa superficial del suelo donde se proyecta la obra. Se realizará en forma progresiva, conforme al programa de obra, incidiendo solamente las áreas que se utilizarán de inmediato y removiendo la vegetación que se encuentre en el sitio del proyecto en la PD1, CC1, SOP2, CA1, patio de maniobras 1-3.
- **Rehabilitación de los elementos existentes:** Implica la conformación de los elementos ya construidos desde hace 140 años para adecuarlos a las necesidades actuales del proyecto. Los elementos a intervenir son: canal de conducción 1 y 2, sendero operativo 1 y 2, tanque de carga 1, tubería forzada 1.
- **Construcción de los diferentes componentes del proyecto:** Implica la intervención desde cero de diferentes elementos que conformaran el proyecto, tales como: Presa derivadora, cuarto de máquinas 1, tanque de carga 2, tubería forzada 2, cuarto de máquinas 2, subestación elevadora, cuadro de interconexión, línea de transmisión 1 (baja tensión), línea de transmisión 2 (alta tensión), camino de acceso 1 y, patio de maniobras 1-4.
- **Pruebas y generación de energía eléctrica:** Esta actividad es un proceso de transformación de energía mecánica a eléctrica mediante las turbinas.

La metodología parte de que el entorno está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen al medio físico, biológico y social; cada uno con diferentes factores e indicadores, dependiendo de la naturaleza del proyecto A cada uno de los factores le corresponden una serie de indicadores susceptibles de ser alterados por las actividades del proyecto, los cuales se identifican en la tabla 5.4.

Tabla 5-4. Factores ambientales a evaluar son:

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	CLAVE
Físico	<i>Atmósfera</i>	Emisión de gases	AT1
		Partículas suspendidas	AT2
		Ruido y Vibraciones	AT3

	<i>Suelo</i>	Geomorfología	SU1
		Contaminación	SU2
		Erosión	SU3
	<i>Agua</i>	Calidad del agua superficial	AG1
		Sedimentos	AG2
Biológico	<i>Flora</i>	Alteración del hábitat	FL1
		Especies endémicas o en NOM	FL2
		Diversidad	FL3
	<i>Fauna</i>	Alteración del hábitat	FA1
		Especies endémicas o en NOM	FA2
		Diversidad	FA3
Perceptual	<i>Paisaje</i>	Cualidades estéticas paisajísticas	PA1
		Percepción	PA2
Sociológico	<i>Socioeconómico</i>	Empleo	SOC1
		Economía local	SOC2
		Calidad de vida	SOC3
		Migración	SOC4
		Infraestructura	SOC5

Atmosfera: Se considera la emisión de gases producto de la maquinaria de combustión interna como maquinaria, camiones de volteo, vehículos; así como las partículas producto del movimiento de tierra y material, al igual que el ruido generado por el personal, maquinaria y turbinas.

Suelo: Considera las posibles afectaciones a la estructura del área donde se desplantará el proyecto; así como los posibles derrames accidentales de sustancias o residuos, al

igual que la presencia de personal en la zona y la disposición de residuos asociados a ello.

Agua: No se consideran afectaciones al caudal ecológico ya que el canal es muy antiguo, por lo que el distrito de riego no se verá afectado con esta obra. Los trabajos se realizarán en la temporada de secas y en seco, para lo cual se conducirá el agua conforme la explicación del Capítulo II. Tampoco se considera el incremento de temperatura que ocasiona el paso del agua por las turbinas; el cual es marginal, además de que los recorridos tan largos de los canales y tuberías permitirán el intercambio de calor con la atmósfera, logrando alcanzar el equilibrio térmico entre éstas.

Flora: Se contempla la disminución en la cobertura forestal en los siguientes componentes: la PD1, CC1, SOP2, CA1, patio de maniobras 1-3. Cabe destacar que para el SAR se reportan especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero no así en las zonas donde se proyecta ejecutar la obra, por ello no se consideran en la evaluación.

Fauna: Este factor se verá afectado como producto de la alteración de su hábitat al disminuir la cantidad de vegetación. Cabe destacar que para el SAR se reportan diversas especies, pero en la zona del proyecto no se observó evidencia directa ni indirecta de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la zona del proyecto, por lo cual no se consideran en la evaluación.

Paisaje: La afectación a este factor será la línea de transmisión 2 y la subestación elevadora por ser nuevos y de tamaño considerable, el canal es parte del paisaje desde hace más de 140 años; por lo cual, la ampliación del mismo será imperceptible debido a la poca extensión del mismo, además de que la tubería que pasa por la zona urbana será subterránea, el impacto considerado. El efecto positivo de mantenimiento al canal y su ampliación incidirán en evitar el desperdicio por las fugas actuales.

Socioeconómico: La derrama económica como la diversificación de la oferta laboral, implica el mejoramiento en la calidad de vida, contención de fenómeno migratorio y la mejora en la economía; así como el incremento en el caudal de agua al evitar las fugas por falta de mantenimiento.

Una vez identificados los factores y las acciones se proceden a la construcción de una matriz de identificación de impactos. Esta matriz permitirá conocer la relación causa – efecto y su construcción consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones y en las filas los factores ambientales susceptibles de recibir impactos(tabla5-5).

5.3. Matriz cualitativa

Tabla 5-5. Matriz de identificación de impactos

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				ACCIONES DE LAS DIFERENTES ETAPAS EN EVALUACIÓN																						
				PR E-1	Trazo y nivelación	CO N-1	Contratación de mano de obra	CON-4	Líneas de transmisión	OP E-1	Contratación de mano de obra	PR E-2	Desmante o despalme	CO N-2	Excavación y demolición	CON-5	Camino de acceso	OP E-2	Pruebas y generación de energía eléctrica	CO N-3	Rehabilitación y construcción de obra civil	OP E-3	Mantenimiento obra civil			
ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES SUCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS				CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS								DERETERMINACION			EVALUACION				OBRA O ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTO							
				BENEFICO	ADVERSO	DIRECTO	INDIRECTO	TEMPORAL	PERMANENTE	LOCALIZADO	EXTENSO	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	RECUPERABLE	IRRECUPERABLE	MEDIDA DE MITIGACION		POSIBILIDAD DE OCURRENCIA			MAGNITUD				AUSENCIA DE IMPACTO	
																SI	NO	Alta		Media	Baja	COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO		CRITICO
Físico	Atmósfera	Emisión de gases	AT 1		X	X		X		X	X	X		X			X	X							PRE-2 CON-2,3,4,5	
		Partículas suspendidas	AT 2		X	X		X		X	X	X		X			X	X								PRE-2, CON-2,3,5

5.4. Matriz cuantitativa

La modificación en las propiedades o características del elemento respecto a su condición inicial, fue considerada como significativa y constituyó la base de la identificación; también se consideró como significativa a las modificaciones que pudieran ejercerse sobre los elementos relacionados. Se utilizó y evaluó una amplia y completa gama de indicadores ambientales, los cuales fueron cuidadosamente seleccionados de acuerdo a las particularidades de la zona de estudio, al igual que a las características del proyecto.

A continuación, se muestra las interacciones detectadas entre los diferentes factores ambientales susceptibles de impacto y las actividades a desarrollar para la ejecución del proyecto. (Tabla 5-6), para posteriormente calcular la matriz de importancia, la cual refleja los valores establecidos para cada una de las 171 interacciones identificadas que resultaron significativas (tabla 5-7), la cual se resumen en la matriz sintetizada de importancia (tabla 5-8).

Tabla 5.6 Matriz de identificación de impactos

Medio	Factor ambiental	Simbología	Preparación del sitio		Construcción					Operación y mantenimiento		
			PRE-1	PRE-2	CON-1	CON-2	CON-3	CON-4	CON-5	OPE-1	OPE-2	OPE-3
Físico	Atmosférico	AT1		-1		-1	-1	-1	-1			
		AT2		-1		-1	-1		-1			
		AT3		-1		-1	-1	-1	-1		-1	
	Edáfico	SU1		-1		-1	-1	-1	-1			
		SU2			-1		1			-1		
		SU3		-1		-1		-1	-1			
	Hídrico	AG1					1		-1			
AG2			-1		-1			-1				
Bióticos	Botánicos	FL1		-1							1	
		FL3		-1							1	
	Faunístico	FA3							-1		1	

		FA3		-1							1		
Paisaje	Escénico	PA1		-1		-1	1	-1	-1			1	
	Perceptual	PA2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	
Socioeconómico		SOC1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		SOC2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		SOC3	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
		SOC4			1						1	1	1
		SOC5						1	1	1		1	1

5.5. Matriz de importancia

Tabla 5-7. Matriz de importancia de impactos

INTERACCIÓN	ETAPA	INDICADOR AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	IMPORTANCIA	NATURALEZA
14	PRE1	PA2	Percepción	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	1
15	PRE1	SOC1	Empleo	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	1
16	PRE1	SOC2	Economía local	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	1
17	PRE1	SOC3	Calidad de vida	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19	1
20	PRE-2	AT1	Emisión de gases	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1
21	PRE-2	AT2	Partículas suspendidas	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1
22	PRE-2	AT3	Ruido y Vibraciones	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1

23	PRE-2	SU1	Geomorfología	1	1	4	1	1	1	1	4	1	8	-26	-1
25	PRE-2	SU3	Erosión	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1
27	PRE-2	AG2	Sedimentos	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	-1
28	PRE-2	FL1	Alteración del hábitat	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	-19	-1
29	PRE-2	FL3	Diversidad	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	-19	-1
31	PRE-2	FA3	Diversidad	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	-19	-1
32	PRE-2	PA1	Cualidades estéticas paisajísticas	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20	-1
33	PRE-2	PA2	Percepción	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	1
34	PRE-2	SO C1	Empleo	1	1	4	2	4	1	1	4	1	3	25	1
35	PRE-2	SO C2	Economía local	1	1	2	2	4	1	4	1	1	8	28	1
36	PRE-2	SO C3	Calidad de vida	1	1	2	4	4	1	4	1	1	8	30	1
43	CON-1	SU2	Contaminación	1	1	4	1	4	1	1	4	1	4	-25	-1
52	CON-1	PA2	Percepción	1	1	5	4	4	1	1	4	1	1	26	1
53	CON-1	SO C1	Empleo	2	2	2	2	4	1	1	4	1	2	27	1

54	CON-1	SO C2	Economía local	2	2	2	2	4	1	1	4	1	2	27	1
55	CON-1	SO C3	Calidad de vida	2	2	2	2	4	1	1	1	1	2	24	1
56	CON-1	SO C4	Migración	1	1	2	2	4	1	1	1	1	4	21	1
58	CON-2	AT1	Emisión de gases	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	-26	-1
59	CON-2	AT2	Partículas suspendidas	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	-26	-1
60	CON-2	AT3	Ruido y Vibraciones	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	-26	-1
61	CON-2	SU1	Geomorfología	4	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-46	-1
63	CON-2	SU3	Erosión	1	1	2	1	2	1	1	4	1	4	-21	-1
65	CON-2	AG2	Sedimentos	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	-1
70	CON-2	PA1	Cualidades estéticas paisajísticas	2	2	4	4	1	1	1	4	4	8	-37	-1
72	CON-2	SO C1	Empleo	2	2	2	2	4	1	1	4	1	2	27	1
73	CON-2	SO C2	Economía local	2	2	2	2	4	1	1	1	1	2	24	1
77	CON-3	AT1	Emisión de gases	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1

78	C O N- 3	AT2	Partí culas suspen di das	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1
79	C O N- 3	AT3	Ruid o y Vibra cione s	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22	-1
80	C O N- 3	SU1	Geo morf ologi a	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-40	-1
81	C O N- 3	SU2	Cont amin ación	1	1	4	2	4	1	1	1	4	4	26	1
83	C O N- 3	AG1	Calid ad del agua	2	2	1	4	4	1	1	4	4	8	37	1
89	C O N- 3	PA1	Cuali dade s estéti ca paisa jístic as	1	2	2	4	4	1	1	4	1	4	28	1
90	C O N- 3	PA2	Perc epción	2	1	2	1	1	1	1	4	1	1	20	1
91	C O N- 3	SO C1	Empl eo	2	1	4	2	4	1	1	4	1	3	28	1
92	C O N- 3	SO C2	Econ omía local	2	2	2	2	4	1	1	1	1	2	24	1
93	C O N- 3	SO C3	Calid ad de vida	2	2	2	2	4	1	1	4	1	2	27	1
95	C O N- 3	SO C5	Infra estru ctura	4	1	2	1	4	1	1	4	2	8	37	1
96	C O N- 4	AT1	Emis ión de gase s	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1	-18	-1
98	C O N- 4	AT3	Ruid o y Vibra cione s	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1	-18	-1
99	C	SU1	Geo	1	1	1	4	4	1	1	4	4	8	-32	-1

	ON-4		morfología												
101	CON-4	SU3	Erosión	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	-1
108	CON-4	PA1	Cualidades estéticas paisajísticas	4	4	4	4	4	1	1	4	4	8	-50	-1
109	CON-4	PA2	Percepción	2	4	3	4	4	1	1	4	4	8	43	1
110	CON-4	SO C1	Empleo	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	21	1
111	CON-4	SO C2	Economía local	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	16	1
112	CON-4	SO C3	Calidad de vida	1	1	2	2	1	1	4	4	1	2	22	1
114	CON-4	SO C5	Infraestructura	2	4	1	4	4	1	4	4	4	8	44	1
115	CON-5	AT1	Emisión de gases	2	2	4	2	1	1	1	4	2	4	-29	-1
116	CON-5	AT2	Partículas suspendidas	2	2	4	2	1	1	1	4	2	4	-29	-1
117	CON-5	AT3	Ruido y Vibraciones	2	2	4	2	1	1	1	4	2	4	-29	-1
118	CON-5	SU1	Geología	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-40	-1
120	CON-5	SU3	Erosión	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	-18	-1
121	CON-	AG1	Calidad del	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	-1

	5		agua												
122	CON-5	AG2	Sedimentos	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	-1
125	CON-5	FA3	Alteración del hábitat	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	-19	-1
127	CON-5	PA1	Cualidades estéticas paisajísticas	1	1	4	2	4	1	1	4	4	8	-33	-1
128	CON-5	PA2	Percepción	2	1	3	4	4	1	1	4	4	3	32	1
129	CON-5	SO C1	Empleo	2	2	4	2	1	1	1	4	1	4	28	1
130	CON-5	SO C2	Economía local	1	1	3	2	1	1	1	4	4	2	23	1
131	CON-5	SO C3	Calidad de vida	1	1	3	2	1	1	1	4	4	2	23	1
133	CON-5	SO C5	Infraestructura	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	40	1
138	OPE-1	SU2	Contaminación	1	1	4	1	4	1	1	4	1	4	-25	-1
147	OPE-1	PA2	Percepción	1	1	5	1	4	1	1	4	1	1	23	1
148	OPE-1	SO C1	Empleo	1	1	4	1	4	1	1	4	2	2	24	1
149	OPE-1	SO C2	Economía local	1	1	4	1	4	1	1	4	1	2	23	1
150	OPE-1	SO C3	Calidad de vida	1	1	4	1	4	1	1	1	1	2	20	1
151	OP	SO C4	Migración	1	1	4	1	4	1	1	1	2	4	23	1

	E-1														
155	OPE-2	AT3	Ruido y Vibraciones	1	1	1	4	4	1	1	4	4	8	-32	-1
161	OPE-2	FL1	Alteración del hábitat	2	4	1	4	4	1	1	4	4	8	41	1
162	OPE-2	FL3	Diversidad	2	4	1	4	4	1	1	4	4	8	41	1
163	OPE-2	FA3	Alteración del hábitat	2	4	1	4	4	1	1	4	4	8	41	1
164	OPE-2	FA3	Diversidad	2	4	1	4	4	1	1	4	4	8	41	1
166	OPE-2	PA2	Percepción	2	1	2	4	4	1	1	4	4	8	36	1
167	OPE-2	SO C1	Empleo	1	1	2	4	4	1	1	4	4	8	33	1
168	OPE-2	SO C2	Economía local	1	2	2	4	4	1	1	1	4	8	32	1
169	OPE-2	SO C3	Calidad de vida	1	2	2	4	4	1	1	1	4	8	32	1
170	OPE-2	SO C4	Migración	1	2	2	2	4	1	1	1	1	8	27	1
171	OPE-2	SO C5	Infraestructura	1	1	2	4	4	1	1	4	4	8	33	1
184	OPE-3	PA1	Cualidades estéticas paisajísticas	1	1	5	4	4	1	1	4	2	1	27	1
185	OPE-3	PA2	Percepción	1	1	5	4	4	1	1	4	2	1	27	1

186	OPE-3	SO C1	Empleo	1	1	2	4	4	1	1	4	4	8	33	1
187	OPE-3	SO C2	Economía local	1	2	2	4	4	1	1	1	4	8	32	1
188	OPE-3	SO C3	Calidad de vida	1	2	2	4	4	1	1	1	4	8	32	1
189	OPE-3	SO C4	Migración	1	2	2	2	4	1	1	1	1	8	27	1
190	OPE-3	SO C5	Infraestructura	1	1	2	4	4	1	1	4	4	8	33	1

La clasificación de los impactos se realiza dependiendo de los valores de importancia obtenidos mediante la matriz anterior para cada interacción respecto al total. La importancia presenta valores entre 13 y 100; ya sean positivos o negativos, los cuales se organizan en una matriz sintetizada de impactos (tabla 5.8).

Tabla 5-8. Matriz sintetizada de importancia

Medio	Factor ambiental	Simbología	Preparación dl sitio		Construcción					Operación			Cantidad de impactos totales	Cantidad de impactos desagregados	
			Trazo y nivelación	Desmonte y despalme	Contratación de mano de obra	Excavación y demolición	Rehabilitación y construcción obra civil	Líneas de transmisión	Caminos acceso	Contratación de mano de obra	Pruebas y generación de energía	Mantenimiento de obra civil		Positivos	Negativos
			PRE-1	PRE-2	CON-1	CON-2	CON-3	CON-4	CON-5	OPE-1	OPE-2	OPE-3			
ABI ÓTI CO	Atmosférico	AT1	0	-22	0	-26	-22	-18	-29	0	0	0	5		5
		AT2	0	-22	0	-26	-22	0	-29	0	0	0	4		4
		AT3	0	-22	0	-26	-22	-18	-29	0	-32	0	6		6
	Edáfico	SU1	0	-26	0	-46	-40	-32	-40	0	0	0	5		5
		SU2	0	0	-25	0	26	0	0	-25	0	0	3	1	2
		SU3	0	-22	0	-21	0	-19	-18	0	0	0	4		4
	Hídrico	AG1	0	0	0	0	37	0	-16	0	0	0	2	1	1
		AG2	0	-23	0	-23	0	0	-19	0	0	0	3		3

BIÓ TIC O	Botáni co	FL1	0	-19	0	0	0	0	0	0	41	0	2	1	1
		FL3	0	-19	0	0	0	0	0	0	41	0	2	1	1
	Faunís tico	FA3	0	0	0	0	0	0	-19	0	41	0	2	1	1
		FA3	0	-19	0	0	0	0	0	0	41	0	2	1	1
Perc epci ón	Escéni co	PA1	0	-20	0	-37	28	-50	-33	0	0	27	6	2	4
	Perce ptual	PA2	20	22	26	0	20	43	32	23	36	27	9	9	
Soci ológi co	Socioe conómi co	SOC 1	20	25	27	27	28	21	28	24	33	33	10	10	
		SOC 2	20	28	27	24	24	16	23	23	32	32	10	10	
		SOC 3	19	30	24	0	27	22	23	20	32	32	9	9	
		SOC 4	0	0	21	0	0	0	0	23	27	27	4	4	
		SOC 5	0	0	0	0	37	44	40	0	33	33	5	5	
											TOT AL		93	55	38

Como resultado del análisis se observaron 190 interacciones totales entre los factores seleccionados y las acciones a realizar en el proyecto. De éstas solamente 93 presentan una interacción, 55 de ellas positivas y 38 negativas, que equivale al 59% y 41% respectivamente. La etapa con mayor cantidad de interacciones se presenta en la etapa de construcción con 51 de ellas; de las cuales 25 son positivas (27%) y 26 negativas (28%) (figura 5-2).

El factor ambiental más impactado es el abiótico con 32 interacciones, la mayoría negativas (32%) y solamente 2 son positivas. El factor con un mayor número de interacciones positivas es el socioeconómico, con 38 interacciones (41%). El factor paisaje tiene una interacción altamente negativa relacionada con el paisaje escénico a pesar de presentar cuatro interacciones negativas, todas con valores de importancia de moderados a críticos, mientras que perceptual tiene bajos valores de importancia, pero alta incidencia; principalmente por la diversificación del empleo y la derrama económica, al cual es zonas con poca oferta laboral marcan un precedente en la memoria colectiva de los habitantes (figura 5-3).

Los indicadores ambientales con más interacciones negativas son el atmosférico con 15 y el edáfico con 12; mientras que el indicador que presenta más valores positivos es el empleo y la calidad de vida, con 10 cada uno (figura 5-4).

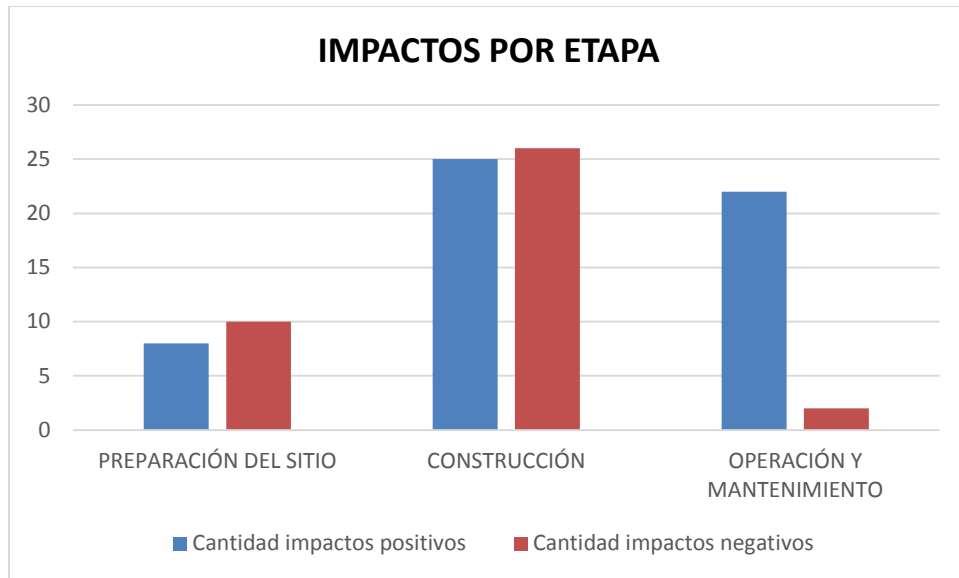


Figura 5-2. Cantidad de impactos totales por etapa

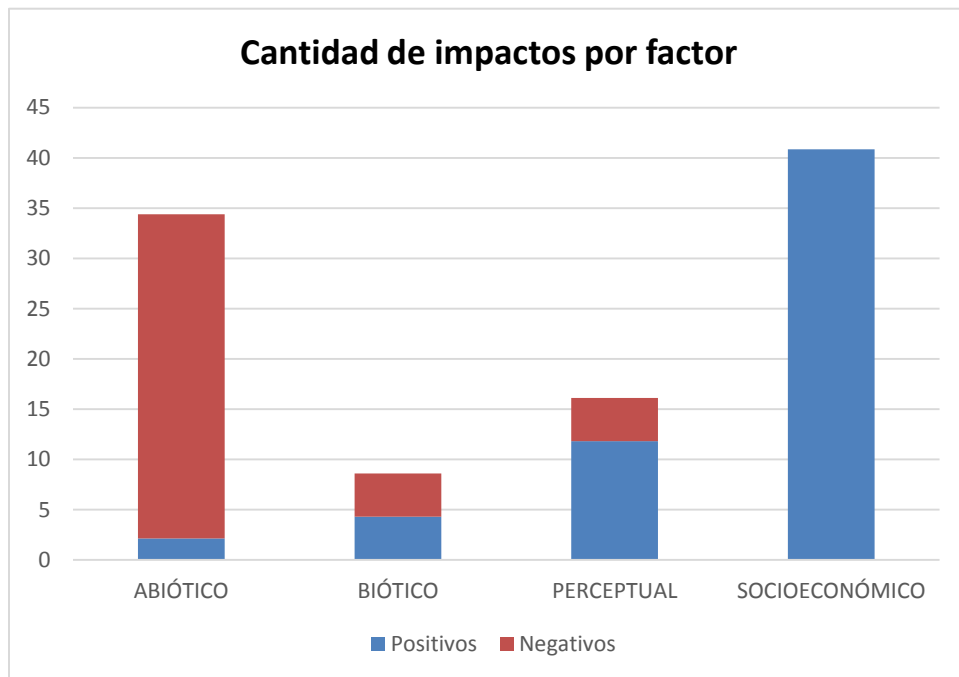


Figura 5-3. Relación de impactos por factor

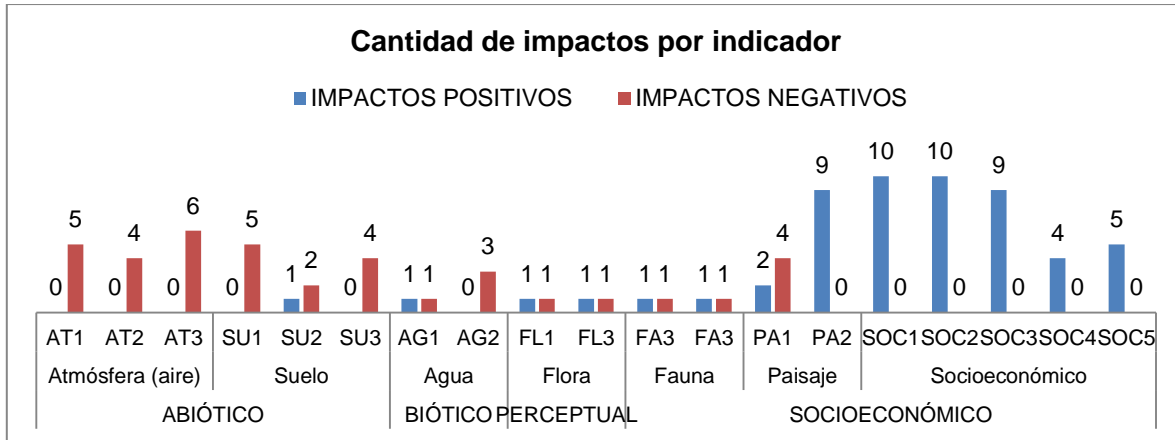


Figura 5-4. Cantidad de impactos por indicador

La clasificación del impacto en función al peso específico de un factor respecto a los demás es una aproximación muy apegada a la realidad medioambiental estudiada. Para ello se procedió a calcular el peso específico de cada componente identificado y clasificarlo conforme a su valor. Donde los impactos compatibles son las obras o acciones de recuperación inmediata, por lo que no requieren de la aplicación de medidas, que presentan valores inferiores a 2.5. Moderado: Son los impactos recuperables con el tiempo, por lo que la aplicación de medidas permitirá la disminución del mismo y se puede prescindir de ellas, tienen valores entre 2.5 y 5.0. Severo: Los impactos recuperables con la aplicación de medidas y de tiempo, tienen valores entre 5.0 y 7.5 y, Crítico: donde los impactos no son recuperables aún con la aplicación de medidas, presentan valores superiores a 7.5 (tabla 5-9).

Tabla 5-9. Clasificación de impactos

COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO
<2.5 +/-	2.5-5.0 +/-	5.0-7.5 +/-	>7.5 +/-

El proyecto presenta impactos compatibles, moderados, severos y críticos, ya sea porque son de baja intensidad, poco periodo de tiempo, son puntuales o porque presentan medidas de mitigación. Los impactos positivos presentan valores que permiten clasificar a cinco de los factores impactados en la categoría de compatibles, uno en moderado, uno

en severo y cuatro en crítico, esto por el considerable impacto social que tendrán. Los impactos negativos arrojan valores como compatibles en ocho factores impactados, lo que representa un proyecto con más beneficios que afectaciones (Tabla 5-10).

Tabla 5-10. Clasificación de los impactos por sus valores ponderados

Factor			Compatible <2.5		Moderado 2.5-5.0		Severo 5.0-7.5		Crítico >7.5	
Medio	Factor ambiental	Símbolo	Positiv os	Negativ os	Positiv os	Negativ os	Positiv os	Negativ os	Positiv os	Negativ os
ABIÓTICO	Atmósfera (aire)	AT1		1						
		AT2		1						
		AT3		1						
	Suelo	SU1		1						
		SU2		1						
		SU3		1						
	Agua	AG1	1							
		AG2		1						
BIÓTICO	Flora	FL1	1							
		FL3	1							
	Fauna	FA3	1							
		FA3	1							
Percepción	Paisaje	PA1		1						
		PA2							1	
Sociológico	Socioeconómico	SOC1							1	
		SOC2							1	
		SOC3							1	
		SOC4			1					
		SOC5						1		

Impactos identificados

El resultado del escenario ambiental modificado por el proyecto es favorable para el desarrollo del mismo. Para ello se consideró la totalidad de los componentes del sistema ambiental regional afectados. Los criterios identificados y sus impactos, los cuales causan efectos positivos o negativos debido a su mecanismo de interacción con el medio por lo que se expresan sus razonamientos y sustentos en cada caso.

Síntesis impactos	Factor impactado	Impactos identificados	Acciones
Factor ambiental Atmosférico			
<i>Descripción de afectaciones principales</i>			
En total se identificaron 15 interacciones, todas negativas.	Las interacciones identificadas están relacionadas con las etapas de preparación y construcción producto de la maquinaria, el movimiento de tierras; principalmente interactuando con la emisión de gases, la generación de partículas suspendidas por el movimiento de tierras y el ruido y vibraciones por la maquinaria y, en menor medida, la generación de electricidad en la etapa de operación, la cual solamente incide por la generación de ruido en la subestación. Son: adversos, indirectos, temporales, localizados, reversibles, recuperables y mitigables.	Contaminación atmosférica por emisión de gases, por el uso de motores a combustión interna, por polvo producto de los movimientos de tierra y ruido por las dos anteriores.	Desmote y despalme, excavación y demolición, Rehabilitación y construcción obra civil, líneas de transmisión, camino de acceso y subestación eléctrica
Factor ambiental Edáfico			
<i>Descripción de afectaciones principales</i>			
En total se identificaron 12 interacciones, 11 negativas y 1 positiva.	La presencia de personal en las diferentes etapas del proyecto incidirá en la generación de residuos sólidos y líquidos tanto sanitarios como urbanos en las tres etapas a desarrollar. La geomorfología y erosión sólo se presentan en las etapas preparación; pero principalmente en la de construcción de los diferentes componentes del proyecto. Si bien habrá remoción de suelo por la apertura y acondicionamiento de caminos o senderos, la gran parte se empleará para adecuar los caminos y conformar el terraplén, la que no se pueda emplear en el sitio será depositada en el banco de material más cercano al sitio del proyecto.	Contaminación por residuos urbanos y sanitarios Modificación de patrones de infiltración	Desmote y despalme, excavación y demolición, líneas de transmisión, camino de acceso y contratación de mano de obra
	Las ampliaciones de los canales	Modificación de las	

	<p>y de los caminos se realizarán sobre los trazos existentes, donde éste se vio afectado en su estructura original al realizar la construcción de los elementos existentes, hace 140 años, siendo poco tiempo para la meteorización de éste por lo cual, prácticamente las condiciones de perturbación cuando excavaron los canales actuales se mantienen.</p> <p>La erosión se presentará mientras el suelo removido no esté consolidado, lo cual sucederá en la medida de que se cubra con vegetación.</p> <p>Los efectos en el suelo son adversos y permanentes respecto a la geomorfología, temporales para la erosión y contaminación por el tipo de residuos a generar. las medidas de mitigación permitirán aminorar el impacto, principalmente en la erosión y contaminación.</p>	<p>propiedades físico-químicas del suelo</p> <p>Riesgo de erosión,</p>	
Factor ambiental hídrico			
Descripción de afectaciones principales			
<p>En total se identificaron 5 interacciones, 4 positivas y 1 negativa.</p>	<p>Si bien los canales ya existen se tendrán que readecuar para el caudal necesario. Esta intervención evitará las fugas de agua existentes por las condiciones del CC2, lo cual será positivo porque se aumentará el agua conducida. Al intervenir los senderos paralelos a los canales se corre el riesgo de contaminar el cauce, principalmente por deposición de sedimentos por arrastre de material. Son adversos, temporales, mitigables y benéficos con la rehabilitación de la infraestructura existente, permanentes, localizados y reversibles</p>	<p>Impacta en el dispendio de agua al revestir canales, alteración de patrones de escurrimiento</p>	<p>Rehabilitación y construcción de obra civil, Desmonte y despalme, excavación y demolición, camino de acceso</p>

Factor ambiental botánico			
<i>Descripción de afectaciones principales</i>			
En total se identificaron 4 interacciones, 2 positivas y 2 negativas.	El proyecto impactará en la pérdida del componente vegetal, tanto en cobertura como en diversidad derivado del desmonte y despalme para la ampliación de canales y apertura de camino. El proyecto considera áreas verdes en la CM2 e incidir en el trabajo comunitario en materia de conservación ambiental. Son adversos, directos, temporales, reversible, recuperable y mitigable.	Liberación de carbono a la atmósfera	Desmonte y despalme, pruebas y generación de energía
Factor ambiental Fauna			
<i>Descripción de afectaciones principales</i>			
En total se identificaron 4 impactos, 2 positivos y 2 negativos.	Respecto a la fauna, durante las actividades de campo no se observó ningún individuo de las especies bajo régimen de protección legal. La fauna terrestre se verá ahuyentada durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto debido al movimiento de personal y el ruido generado por los trabajos, principalmente la apertura de caminos. Son adversos, directos, permanente, localizado, irreversible para el efecto de borde pero mitigable.	Efecto de borde	Desmonte y despalme, camino de acceso y subestación eléctrica, pruebas y generación de energía
Factores Paisajista			
<i>Descripción de afectaciones principales</i>			
En total se encontraron 14 interacciones, 10 positivas y 4 negativas.	La generación de empleo, rehabilitación de infraestructura existente, promover la adecuada conducción de agua, evitar accidentes en los tanques de almacenamiento, promover infraestructura de caminos para facilitar el acceso a parcelas genera una percepción positiva.	Afectación de la estética rural del paisaje	Desmonte y despalme, excavación y demolición, rehabilitación y construcción de obra civil, camino de

	Salvo la línea de transmisión en alta tensión, la cual tendrá un impacto mayor debido a la modificación del paisaje rural por las grandes dimensiones de las mismas. El impacto será permanente e irreversible en las cualidades estéticas del paisaje.		acceso, Línea de transmisión en alta tensión
Factores Socioeconómicos			
<i>Descripción de afectaciones principales</i>			
En total se encontraron 37 interacciones, todas positivas.	Se tienen impactos ambientales benéficos en los elementos como empleo, infraestructura, un incremento en la dinámica de la población cercana, incremento de calidad de vida al diversificarse la oferta laboral, así como la diversificación del sector productivo, Al haber nuevas fuentes de empleo las oportunidades de los ciudadanos se incrementan, generando la posibilidad de conseguir un empleo sin la necesidad de cambiar de residencia, lo que implica que más familias pueden estar unidas en la misma comunidad, incrementando el sentido de pertenencia a ésta.	Implicaciones sociales en lo económico, humano y en la infraestructura de manera espaciotemporal	En las tres etapas



Capítulo VI

Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

Contenido

6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional	271
6.1 Programa de manejo ambiental	271
6.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación	273
6.1.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.....	274
6.2 Seguimiento y Control (Monitoreo).....	289
6.2.1 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales	290
6.2.1.1 Calidad del aire	292
6.2.1.2 Suelo.....	292
a. Agua:	292
b. Vegetación:.....	293
c. Fauna	293
d. Empleo	293
6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	295

Índice de Tablas

Tabla 6-1 Planeación de las medidas de mitigación	275
---	-----

Índice de Figuras

Figura 6-1 Esquema integral en el que se insertara el proyecto.	271
Figura 6-2 Diagrama de identificación de los impactos acumulativos	291

6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

6.1 Programa de manejo ambiental

En este capítulo se incluirán las medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables al proyecto para prevenir, mitigar o compensar los efectos producidos al ambiente por la construcción e implementación del mismo, lo anterior, a través de un Programa de Manejo Ambiental (Figura 6-1) .

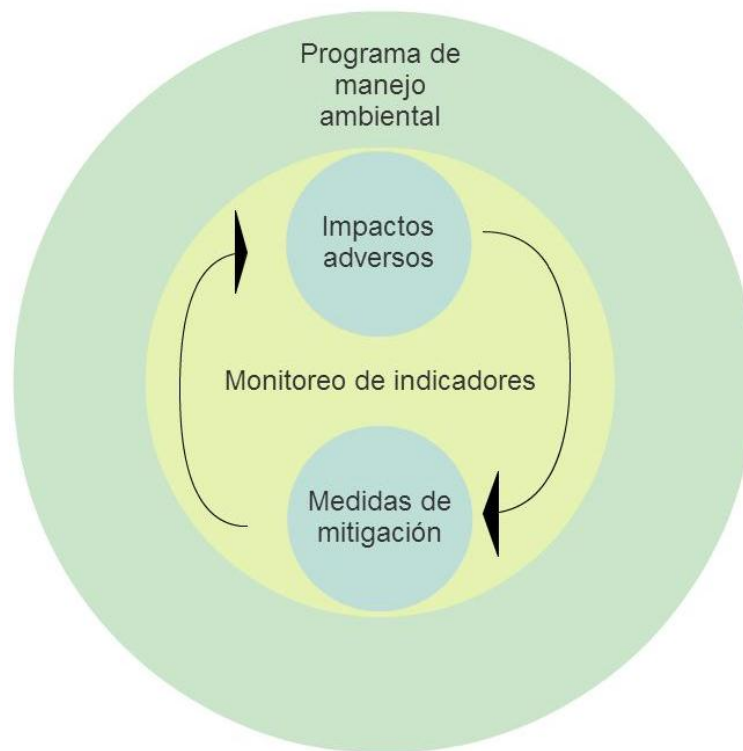


Figura 6-1 Esquema integral en el que se insertara el proyecto.

Como resultado de la identificación y evaluación de los impactos ambientales realizada en el Capítulo V del presente estudio, se considerarán en este apartado las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto de acuerdo a las limitaciones ambientales, técnicas y económicas del mismo. El objetivo de incluir este tipo de medidas se debe a que ayudarán a prevenir y mitigar los impactos ambientales que se desarrollen a causa de la construcción y operación del proyecto, así como a reducir los

impactos limitando algunas actividades de diversas formas, o compensando el impacto, con lo cual se reemplazaría o proporcionarían ambientes sustitutos.

Es importante señalar que en la mayoría de los proyectos de infraestructura, las acciones que ayuden a la mitigación de los impactos ambientales, tienen gran importancia debido a que siempre es deseable amortiguar y preferentemente evitar impactos adversos en el ambiente, que originarlos.

La aplicación de las medidas de mitigación tiene como principal finalidad mantener la integridad ecológica funcional del Sistema Ambiental Regional en el cual se inserta el proyecto, para comprobar la funcionalidad de las medidas se requiere de la incorporación de indicadores a partir de los cuales se pueda evaluar la efectividad de las medidas de mitigación durante el desarrollo del proyecto y su operación.

Lo anterior, puede llevarse a cabo mediante la implementación de un Programa de Manejo Ambiental, en el cual se integren las medidas y programas ambientales específicos que permitan establecer y cumplir las medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación así como su monitoreo a través de indicadores ambientales. Los indicadores, servirán para reconocer la eficacia de las medidas establecidas en el presente capítulo o en su caso establecer un vínculo de retroalimentación que permita lograr una mejora continua.

En la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto, se encontró que de los 93 impactos, de los 38 negativos, son mitigables (95%). La mitigabilidad fue uno de los criterios de evaluación de los impactos, por lo que en el presente capítulo, se describen las medidas de mitigación y prevención de todos los impactos que fueron evaluados.

El seguimiento de las medidas de mitigación se realizará para los impactos que resultaron altos en la evaluación y los que son residuales (impactos sobre el suelo, hidrología, flora y fauna, aire).

Además de las medidas preventivas y de mitigación, también se proponen las medidas compensatorias para los impactos ambientales que no son susceptibles de prevención ni de reducción. Dichas medidas, contrarrestan la alteración al ambiente, a través de la aplicación de acciones con efectos positivos que compensan los impactos negativos disminuyendo así el impacto final.

6.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, las medidas de mitigación son el “conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualesquiera de sus etapas”.

Las medidas de mitigación que se aplicarán debido a la construcción del proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etla se definen como sigue:

- a) Medidas Preventivas: Son el conjunto de disposiciones o actividades anticipadas que tiene como finalidad evitar el deterioro del ambiente.
- b) Medidas de Compensación: Se consideran como una indemnización, pago o prestación de servicio que se abona para reparar un daño o un perjuicio al ambiente.
- c) Medidas de Reducción: Son las medidas encauzadas a disminuir emisiones contaminantes, residuos u otros impactos que afecten al ambiente.

En la Tabla 6-1 se muestran las medidas de mitigación agrupadas por el componente ambiental, el tipo de medida que se aplicará durante la realización del proyecto, la duración en la implementación de la acción, los recursos necesarios y la propuesta de indicadores para su seguimiento.

Las medidas de compensación se llevarán a cabo cuando se produzcan impactos que no puedan eliminarse. Estas medidas serán acciones de conservación y restauración mediante reforestaciones en las zonas aledañas de la zona del proyecto.

Las medidas de reducción se aplicarán a los componentes ambientales: atmosfera, suelo, (vegetación) flora y fauna, y se enfocarán a disminuir el efecto que tendrán las distintas actividades del proyecto a través del acatamiento a normas ambientales como en el caso de los impactos producidos sobre el aire (calidad y nivel sonoro).

En los casos donde no existen normas oficiales que regulen las acciones, se proponen acciones que pueden disminuir el impacto sobre la flora y fauna, como lo es la creación de la zona de reserva ecológica y el cordón ecológico.

Las medidas preventivas que se aplicarán para el proyecto en el tema fauna, estarán orientadas principalmente a evitar el daño a las poblaciones de especies que están bajo alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.

A continuación se presentan los impactos y las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se proponen para atenuar los impactos ambientales que se produzcan durante la construcción y operación del proyecto.

Tabla 6-1 Planeación de las medidas de mitigación

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
Atmósfera	Preparación del sitio y construcción	Emisiones de gases contaminantes y material particulado proveniente de vehículos y maquinaria utilizada durante las actividades de preparación del sitio y construcción	Preventiva	Se cumplirá con los límites establecidos dentro de la NOM-041-SEMARNAT-2006, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que establece dicha norma.	9 semestres	Pago de derechos por concepto de verificación vehicular aplicable en el Estado de Oaxaca	Certificado de aprobación de la prueba de verificación	Vehículos automotores que pasaron la verificación/Total de vehículos automotores involucrados en esta etapa del proyecto
				Se cumplirá con los límites establecidos dentro de la NOM-045-SEMARNAT-1996. En la cual se establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.	9 semestres	Pago de derechos por concepto de verificación vehicular aplicable en el Estado de Oaxaca.	Certificado de aprobación de la prueba de verificación para los vehículos en que sus características lo permitan	Vehículos automotores que pasaron la verificación/Total de vehículos automotores involucrados en esta etapa del proyecto

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				Se dará mantenimiento periódico a la maquinaria, el mantenimiento tiene como objetivo detectar fallas en los motores que pudieran incrementar las emisiones de gases y partículas al ambiente.	9 semestres	Refacciones, mano de obra calificada, aceites y aditivos	Bitácoras de mantenimiento	Total de maquinaria con mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones del fabricante/Total de maquinaria que emiten gases y partículas al ambiente usada en estas etapas del proyecto
				Para evitar la dispersión de polvos durante las actividades de desmonte y despilme se regaran con agua las áreas con suelo no consolidado por las que transitan los vehículos automotores, maquinaria y/o equipo.	9 semestres	Pipas con agua y personal de campo	Bitácora de obra y fotografías	Cantidad de eventos extremos de dispersión de polvos
				Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de material o retiro de suelo o estrato vegetal, los camiones que transporten dichos materiales deberán estar cargados a $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad y cubiertos con lona.	9 semestres	Lonas	Bitácora de obra y fotografías	Cantidad de eventos extremos de dispersión de polvos

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		Aumento en los niveles de ruido por el empleo de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Preventiva	Se establecerá un horario de trabajo, las actividades que se desarrollarán durante la etapa de preparación del sitio se limitarán a un horario, con el fin de reducir las molestias a los receptores del ruido, incluida la fauna que habita el sitio	9 semestres	Adquisición de Sonómetros	Bitácoras de obra	Mediciones que sobrepasen los niveles de las Normas/Número de mediciones totales realizadas
				Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de la Maquinaria, Equipos y/o Vehículos Automotores, en el cual se establecerán las acciones necesarias para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles que se establecen dentro del cual se establecerán las acciones necesarias para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles que se establecen dentro de las normas ambientales NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994 aplicables a la emisión de ruido.	9 semestres	Refacciones, mano de obra calificada, aceites y aditivos	Bitácoras de mantenimiento	Total de maquinaria con mantenimiento preventivo de acuerdo a las especificaciones del fabricante/Total de maquinaria que emiten gases y partículas al ambiente usada en estas etapas del proyecto

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapa del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Operación y mantenimiento	Aumento en los niveles de ruido por la operación del proyecto	Reducción	Acciones de reforestación de especies arbustivas y arbóreas nativas en las zonas cercanas al proyecto, que actúen como cercos vivos, con lo que se realizará un efecto de borde con respecto al ruido producido, disminuyendo el efecto en dicho componente.	Permanente	Sonómetros	Reportes de mediciones	Mediciones que sobrepasen los niveles de las Normas/Número de mediciones totales realizadas
Suelo	Preparación del sitio y construcción	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por la limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, así como por el movimiento	Preventiva	Se evitará desmontar cualquier otra área fuera de las áreas indispensables para la ejecución del proyecto	9 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Superficie desmontada fuera del derecho de vía
			Preventiva	Se llevarán a cabo las obras necesarias para el control de la erosión del suelo en las áreas a intervenir	9 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de obras ejecutadas para la contención de suelo
			Reducción	El suelo vegetal obtenido de las etapas de desmonte y despalle será acamellonado utilizado para rellenos.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de suelo vegetal no aprovechado
			Reducción	El suelo vegetal acamellonado deberá protegerse con lonas a fin de evitar su dispersión y pérdida a causa de elementos naturales como el viento y la lluvia.	2 semestres	Adquisición de lonas	Bitácora de obra y reporte fotográfico	

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapa del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Operación y mantenimiento	Mejora de las características del suelo	Compensación	Conservación y reforestación de áreas aledañas al proyecto, especialmente aquellas que no por acciones del proyecto se encuentren actualmente sin cobertura, para evitar pérdida de suelo vegetal al no encontrarse expuesto a fenómenos meteorológicos como la lluvia y el viento y compensar los impactos al suelo en otras áreas del proyecto	Permanente	Especies arbóreas, arbustivas nativas y suelo vegetal	Bitácora de mantenimiento y reporte fotográfico	Superficie de suelo con cubierta vegetal
	Preparación del sitio y construcción	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por el inadecuado manejo y disposición de los residuos durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Preventiva	Se colocarán contenedores debidamente etiquetados para llevar a cabo la adecuada disposición de residuos sólidos urbanos	9 semestres	Contenedores	Registro de recolección por parte de las empresas contratadas para ello y reporte fotográfico	Cantidad de residuos recolectados
			Preventiva	Se implementará un Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos, Peligrosos y Líquidos en términos de la legislación aplicable, a fin de evitar el inadecuado manejo y disposición de dichos residuos en el área.	9 semestres	Ejecución de las acciones de manejo u disposición de residuos	Bitácora de seguimiento de las acciones	Metas de las acciones
			Reducción	Los residuos producto de la construcción serán depositados en los	9 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Volumen de residuos de manejo especial

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapa del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				bancos de tiro o cualquier otro sitio autorizados por la autoridad estatal en la materia para su disposición final de acuerdo a la normatividad vigente, con lo que se evitará la inadecuada disposición de residuos dentro y fuera del derecho de vía del proyecto.				dispuestos/Volumen de residuos de manejo especial generados
			Preventiva	Se prohibirá tirar basura a través de la colocación de letreros restrictivos que indiquen dicha leyenda, asimismo, se llevarán a cabo pláticas de concientización dirigidas hacia los trabajadores a fin de que estos acaten las disposiciones y acciones establecidas para evitar la afectación a los componentes ambientales.	9 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Número de letreros instalados
			Reducción	En caso de que existiera un derrame accidental de combustibles, el área afectada será removida y tratada de manera especial a fin de evitar en lo posible la afectación al suelo.	9 semestres	Dependerá del evento	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de suelo contaminado y tratado

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
			Preventiva	El manejo de los residuos peligrosos que se generen por el mantenimiento de la maquinaria y equipo empleados durante las etapas del proyecto serán manejados por una empresa especializada que cuente con los documentos que la acrediten ante las autoridades competentes para llevar a cabo dichas actividades.	9 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de mantenimiento de equipos y registro de la empresa contratada para su disposición final	Volumen de residuos peligrosos dispuestos conforme a la normatividad/Volumen de residuos peligrosos generados
			Preventiva	No se permitirá el vertido de ningún tipo de residuo peligroso y/o líquido al suelo, con el fin de evitar la contaminación del mismo.	9 semestres	Pago de la empresa	Registro de empresa contratada para su disposición final	Volumen de residuos peligrosos dispuestos conforme a la normatividad/Volumen de residuos peligrosos generados
Agua	Preparación del sitio y construcción	Azolve de cuerpos de agua por la modificación de los patrones de escurrimiento y el inadecuado manejo de residuos	Preventiva	Se evitará depositar residuos (material vegetal, residuos urbanos, residuos de manejo especial) cerca de corrientes de agua con el fin de evitar el arrastre de los mismos.	9 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y registro de las empresas contratadas para la disposición final de residuos, reporte fotográfico	Volumen de residuos no dispuesto conforme a la normatividad
		Afectación de la calidad de corrientes de	Preventiva	Llevar a cabo un Manejo y Disposición de Residuos Sólidos	9 semestres	Ejecución de las acciones de manejo	Bitácora de seguimiento de las acciones	Metas de las acciones

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		agua por el inadecuado manejo de residuos		Urbanos y de manejo especial, Peligrosos y Líquidos de acuerdo a la legislación aplicable, con el fin de plantear las acciones necesarias para evitar la contaminación de los cuerpos de agua que se localicen en el área del proyecto.		adecuado de los residuos,		
			Preventiva	Quedará prohibido verter aguas residuales a corrientes de agua, por lo cual se contratará el servicio de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 o 25 trabajadores, con el fin de que una empresa especializada sea la encargada de llevar a cabo el adecuado manejo y disposición final de las aguas residuales producidas.	9 semestres	Renta de baños portátiles y pago de mantenimiento	Reporte de la empresa contratada	Volumen de aguas residuales recolectados por la empresa contratada
			Preventiva	El mantenimiento de maquinaria y/o equipo se realizará en áreas específicas alejadas a corrientes de agua y se prohibirá verter cualquier tipo de residuo peligroso en los mismos	9 semestres	Pago de la empresa	Registro de empresa contratada para su disposición final	Volumen de residuos peligrosos dispuestos conforme a la normatividad/Volumen de residuos peligrosos generados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
			Reducción	Se evitará el desvío de corrientes de agua,	9 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra	Número de corrientes de agua desviados
	Construcción	Afectación a los patrones de drenaje por el desvío de cuerpos de agua	Reducción	Se construirán y se dará mantenimiento a los dispositivos que brinden continuidad a los patrones de drenaje.	Permanente	No se requieren recursos adicionales para la construcción de las obras ya que están consideradas en el costo del proyecto. Para el mantenimiento se requerirá personal de campo e insumos	Bitácora de obra y de mantenimiento	Número de dispositivos de drenaje en mal estado/Número de dispositivos de drenaje construidos
	Preparación del sitio y construcción		Preventiva	Se encauzará el agua pluvial captada por las obras de drenaje hacia los cuerpos de agua aledaños al proyecto	9 semestres	Sin costo, ya que se incluye en el proyecto	Bitácora de obra	Volumen de agua encauzada

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapa del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
Agua		Afectación de la recarga de acuíferos por la pérdida de vegetación y la modificación en las características fisicoquímicas del suelo	Preventiva	Se delimitará el área que ocupará el proyecto con el fin de evitar invadir otras áreas, lo anterior tiene como objeto evitar la reducción de zonas libres para la captación de agua pluvial.	9 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cuadrados de invasión del proyecto
	Operación y mantenimiento		Reducción	Se conservarán y reforestará áreas aledañas al proyecto. Se incluirá la revegetación de estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, lo que a su vez incidirá en la modificación del suelo haciéndolo más permeable.	Permanente	Pago de las obras y actividades de conservación y reforestación	Bitácora de las obras	% de supervivencia de individuos implantados
		Afectación de la recarga de acuíferos por la pérdida de vegetación y la modificación en las características	Preventiva	Se realizará una visita previa al sitio donde se llevará a cabo el desmonte con el fin de delimitar las áreas a desmontar evitando la afectación a zonas aledañas.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales, ya están considerados en el proyecto	Bitácora de obra	Superficie desmontada fuera de las áreas del proyecto

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		fisicoquímicas del suelo	Reducción	El material vegetal producto del despalme será reutilizado, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, lo anterior con el fin de favorecer el desarrollo de la vegetación. Los restos del material vegetal podrán ser donados a los habitantes de la región para su aprovechamiento.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de material vegetal no aprovechado
	Preparación del sitio y construcción	Afectación de la cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalme	Reducción	En caso de detectarse ejemplares de fauna en la zona del proyecto se ahuyentarán y/o capturarán para su traslado a otro hábitat cercano	9 semestres	Sin costo adicional	Bitácora de seguimiento	Número de individuos reubicados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
Vegetación			Reducción	Se evitará colocar residuos o materiales fuera del derecho de las áreas del proyecto	9 semestres	No se requieren recursos adicionales al proyecto	Bitácora de obra y registro fotográfico	Superficie afectada fuera de las áreas del proyecto
		Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Realizar las actividades de desmonte y despalme en etapas, con lo cual se permitirá el desplazamiento de las especies a áreas contiguas.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales al proyecto	Bitácora de obra y registro fotográfico	Número de individuos reubicados
	Antes de inicio de actividades	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se establecerá un límite de velocidad durante el tránsito en zonas donde se haya detectado la mayor presencia de especies (zonas críticas).	Permanente	Instalación y mantenimiento de señalización	Bitácora de obra y de mantenimiento y registro fotográfico	Número de individuos atropellados
	Preparación del sitio	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así	Reducción	Se llevarán a cabo pláticas de concientización a los trabajadores en las	1 semestres	Pago de capacitación a trabajadores	Informe de capacitador	Número de individuos reubicados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010		cuales se prohíba la captura o daño de animales silvestres. En caso de que se localice un ejemplar se informará al personal capacitado para su manejo.				
Fauna	Preparación del sitio y construcción	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se prohibirá la introducción de especies invasoras o de alta competencia con las presentes en el sitio del proyecto.	Permanente	Instalación y mantenimiento de señalización Pago de capacitación a trabajadores	Bitácora de obra y de mantenimiento y registro fotográfico e informe del capacitador.	Número de trabajadores capacitados/Número de trabajadores de la obra; Número de señalamientos instalados
	Preparación del sitio, construcción y operación	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Llevar a cabo técnicas de mejoramiento del hábitat, para proveer mejores condiciones a las especies desplazadas.	Permanente	Recursos para la ejecución de las actividades que de mejoramiento del cordón ecológico y área de reserva.	Bitácora de obra y registro fotográfico	Superficie de hábitat con actividades de mejoramiento/ Superficie de cordón ecológico y área de reserva

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Preparación del sitio y construcción	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Durante la etapa de operación y mantenimiento se implementarán acciones de mejoramiento del hábitat, lo cual proveerá de hábitats más adecuados a las especies que sean desplazadas.	Permanente	Recursos para la elaboración del programa de y la ejecución de las actividades que se deriven del mismo.	Bitácora de obra y registro fotográfico	Superficie de hábitat con actividades de mejoramiento /Superficie de cordón ecológico y área de reserva
	Preparación del sitio, construcción y operación	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se llevarán a cabo actividades de conservación y Reforestación, lo que aumentará la creación de hábitats para especies de vertebrados.	Permanente	Pago de las obras y actividades de conservación y reforestación	Bitácora de seguimiento del Programa	Superficie intervenida/Superficie de cordón ecológico y área de reserva

Se ha estimado que para la planeación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental que se invertirá un monto aproximado de \$2,900,000.00 (dos millones novecientos mil pesos 00/100 M.N.), que corresponden a las acciones que se implementarán en las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento.

6.2 Seguimiento y Control (Monitoreo)

Las medidas de mitigación expuestas, en la sección anterior estarán incluidas dentro de un Programa de Seguimiento y Control. Dicho programa será el instrumento a partir del cual se establezcan los procedimientos y los medios para alcanzar los objetivos planteados, así como las medidas de prevención y reducción mencionadas anteriormente. El objetivo del Programa de Seguimiento y Control es incluir todas las medidas y programas específicos con el fin de proponer los indicadores ambientales necesarios para monitorear el cumplimiento y eficacia de las medidas establecidas.

Dentro del Programa de Seguimiento y Control, se describirá brevemente en qué consiste la aplicación de cada uno de las acciones específicas planteadas en el Programa de Manejo Ambiental, incluyendo los objetivos, alcances, metodologías, técnicas de evaluación, indicadores que permitan llevar a cabo el monitoreo de la eficacia de la medida, y reportes sobre los avances en el cumplimiento de las actividades o acciones establecidas en cada uno de los programas.

La finalidad del seguimiento es:

- a) Proporcionar información permanente a los responsables y técnicos del programa sobre el avance en la ejecución de las actividades del mismo, la forma de utilización de los recursos disponibles y el nivel de logros de los resultados esperados;
- b) Facilitar a través de lineamientos claros, la tarea de modificar lo anteriormente planificado,
- c) Introducir modificaciones oportunamente en el programa.

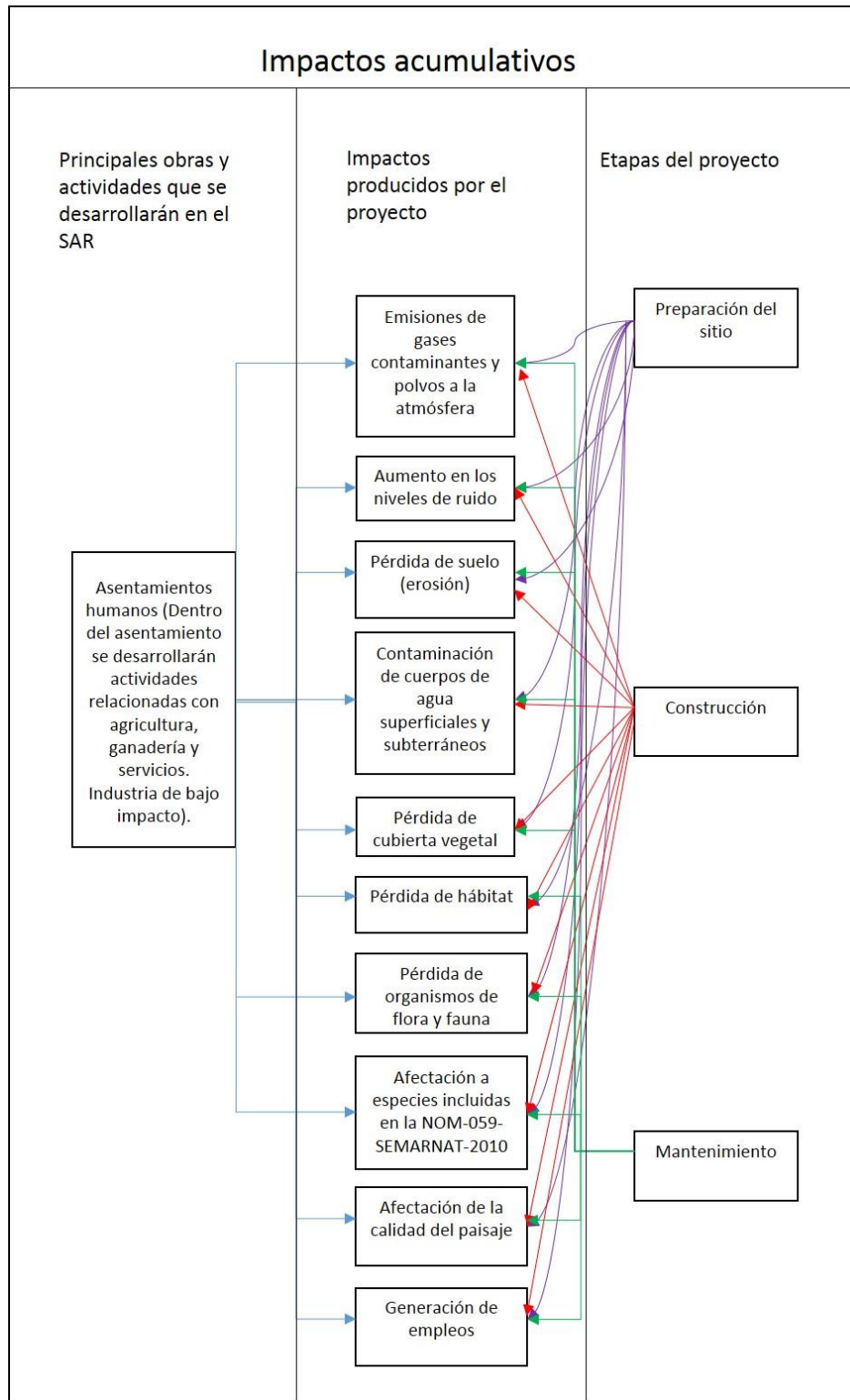
A través del desarrollo del proyecto se generarán impactos ambientales adversos, algunos de los cuales se presentarán en todas las etapas y en otros casos se limitarán a una etapa. Por lo anterior, las medidas de mitigación propuestas se realizarán en proporción con la duración de los impactos.

6.2.1 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales

De acuerdo con el artículo 3º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los impactos acumulativos se definen como “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”. Los impactos sinérgicos se definen como “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”, en concordancia con lo anterior, a continuación se presentan los impactos acumulativos y sinérgicos identificados para el proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna en cada uno de los componentes ambientales que integran al SAR del proyecto.

Cabe señalar que la mayoría de los componentes ambientales que fueron evaluados dentro del proyecto se prevé sean afectados por varias obras y/o actividades derivadas de la construcción e implementación del proyecto y en menor grado por las actividades que se desarrollan en el SAR, que básicamente se trata de la actividad de poblado establecido en el mismo. En la Figura 6-2 se presentan un diagrama sobre los impactos acumulativos y sinérgicos que se presentarán por la construcción e implementación del proyecto.

Figura 6-2 Diagrama de identificación de los impactos acumulativos



6.2.1.1 Calidad del aire

La afectación a la calidad del aire se considera un impacto acumulativo, ya que como se mencionó en el apartado de evaluación (Capítulo V de la presente MIA-R), este componente actualmente es afectado (aunque en bajo grado) por las diversas actividades de origen antrópico que se presentan en la zona. Además será afectado aunque de manera puntual y con una duración corta durante las etapas que conlleva el proyecto, el tema de los niveles sonoros, los cuales presentan acumulación debido de igual manera a la generación de ruido producido por las actividades que se desarrollan en la región como las agropecuarias, industriales y los mismos asentamientos humanos. La afectación a este factor ambiental será producida principalmente por el empleo de maquinaria y equipo que opere durante cada una de las actividades.

6.2.1.2 Suelo

En el caso del componente ambiental suelo, es necesario señalar que este componente ya se encontraba afectado por varias causas:

- a) Pérdida de suelo a causa de las actividades que se llevan a cabo dentro del SAR del proyecto, específicamente a causa de las actividades antropogénicas.
- b) La pérdida de suelo generada por la construcción de la planta hidroeléctrica establecida con anterioridad en el área y que será la base para este nuevo proyecto.

Por otro lado, es importante señalar que este factor también es afectado por la contaminación producida por el inadecuado manejo de residuos, así mismo, es posible durante la construcción del proyecto que se generen residuos, los cuales si son manejados y dispuestos de manera inadecuada pueden llegar a contaminar el suelo, por lo que este impacto se considera acumulativo.

a. Agua:

Se ha identificado en este estudio, que el proyecto generará residuos, por lo que si no se les da un adecuado manejo y disposición pueden ocasionar la contaminación de corrientes de agua superficiales. Así mismo, la infiltración de lixiviados, producto del inadecuado manejo de residuos líquidos puede ocasionar la contaminación de corrientes de agua, que aunque en muy bajo grado han sufrido afectación por las actividades

desarrolladas en el SAR. Por lo antes señalado este impacto se consideró como acumulativo.

b. Vegetación:

La vegetación dentro del SAR actualmente es afectada por la localidad establecida en el sitio, en donde se desarrollan una serie de actividades, no obstante la afectación a este componente por la ejecución del proyecto será menor por la preexistencia de la infraestructura que será rehabilitada. No obstante las actividades del proyecto que afecten este componente se limitarán estrictamente a lo necesario y se implementarán las medidas de reforestación también planteadas.

c. Fauna

En el caso de la fauna, la pérdida de vegetación ocasiona a su vez la pérdida de hábitat, en consecuencia se afectan los parámetros poblacionales de las especies de fauna que se ubican dentro del SAR del proyecto. Lo anterior es causado por las actividades que implican el desmonte de áreas forestales, tales como: actividades agropecuarias y asentamientos humanos, de igual forma, el proyecto implica la remoción de vegetación, tránsito de vehículos, y generación de ruido, entre otras actividades, que pueden ocasionar la pérdida de organismos o la dispersión de los mismos a áreas con mejores condiciones para su desarrollo.

La fauna silvestre será ahuyentada con ruidos y las de lento desplazamiento serán capturadas por el personal calificado implementando técnicas de manejo que minimicen el riesgo de estrés. Posteriormente serán confinadas en bolsas de lona, contenedores de acrílico o las mismas trampas empleadas para su captura y posteriormente serán liberados en sitios con condiciones apropiadas. Habrá supervisión que verifique y documente el proceso de acuerdo a la medida aplicable. Además, quedará prohibido molestar o capturar fauna silvestre.

d. Empleo

El desarrollo del proyecto, propiciarán la generación de empleos a través de las diversas localidades ubicadas en el SAR. La derrama económica se verá en la implementación de cada uno de sus etapas, por lo que aumentarán las oportunidades económicas de la zona no solo con la generación de empleos propios de la construcción del proyecto, sino a través de la reactivación económica de la región con la operación de la planta. Lo anterior,

propiciará la mejora en las condiciones de servicios y calidad de vida, por lo anterior, este impacto también fue considerado como un impacto sinérgico.

Cabe señalar que dentro de los impactos que se consideran residuales se encuentra:

Se determinaron dos impactos residuales presente en los componentes suelo y geomorfología. El impacto es residual de bajo impacto debido a que no existen medidas de mitigación que contrarresten la modificación de la geoforma que se originará por los cortes, ni que ayude a restablecer las características fisicoquímicas del suelo que se presentan actualmente. Debido a la preexistencia del canal, los cortes y excavaciones que se llevarán a cabo no serán ejecutados de cero por lo que el impacto aunque se dará, será menor.

Otro impacto sinérgico será el impacto visual al paisaje por la construcción de nuevas estructuras, especialmente la línea de transmisión, ya que se incluirán nuevos elementos visuales en el paisaje.

Se detectaron otros impactos sinérgicos de carácter positivo, dichos impactos son:

1. Impacto social, por la contribución con la generación de energía eléctrica para satisfacer la creciente demanda que existe en el país, con moderna infraestructura y la tecnología más limpia.
2. La generación de energía eléctrica por medio de agua, ayudará a disminuir las emisiones de carbono a la atmósfera emitidas por la producción de la energía que de manera tradicional se produce en el país.
3. Impacto social, por la generación de oportunidades de trabajo durante todas las etapas del proyecto, con la contratación del personal y los beneficios sociales y económicos que esto conlleva, para las comunidades cercanas al sitio del proyecto y para la región. La construcción de la obra generará una importante cantidad de empleos que a su vez benefician a la población en factores económicos pero también de seguridad social, salud y educación. La operación de la hidroeléctrica dará opciones permanentes de empleos y los beneficios antes descritos.

6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Se ha estimado que para la planeación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental se invertirá un monto aproximado de \$2,900,000.00 (dos millones novecientos mil pesos 00/100 M.N.).

La información anterior puede servir de base para el caso en que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales considere el que sea necesario establecer una fianza para el cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia.



Consultoría Integral en
& Gestión Ambiental
Sustentabilidad

Capítulo VII

Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas

Contenido

7	Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas.....	298
7.1	Descripción y análisis del escenario sin proyecto	298
7.2	Descripción y análisis del escenario con proyecto.	299
7.3	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	300
7.4	Pronóstico Ambiental.....	304
7.5	Evaluación de alternativas	305

Índice de Tablas

Tabla 7-1	Cobertura y uso de suelo del SAR sin proyecto	299
Tabla 7-2	Cobertura y uso de suelo del SAR con proyecto	299

7 Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas.

La integración de este capítulo tiene como objetivo dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción VII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En consecuencia, en este apartado y a partir de la integración de los capítulos anteriores, se establecerá un escenario actual del SAR, un escenario del mismo con proyecto sin medidas de mitigación y un escenario con proyecto aplicando las medidas correspondientes para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales que conllevará el desarrollo del Proyecto, de tal forma que se podrá entender la dinámica ambiental resultante de cada uno de los escenarios modelados.

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Partiendo del ejercicio integrador que representa esta Manifestación de Impacto Ambiental y con base en la información generada, analizada y valorada se está en posibilidad de describir e identificar las modificaciones y eventuales afectaciones que se puedan imprimir al Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para este proyecto.

El SAR que acoge la construcción del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna, si bien es un espacio con condiciones ambientales relativamente conservadas debido a que los propietarios del bosque han decidido en los últimos años llevar a cabo acciones para su conservación y restauración, cuenta con una historia de deterioro por la construcción del proyecto hidroeléctrico hoy existente en el sitio (existe un canal de concreto de aproximadamente 1.5 metros de ancho y 1.20 metros de profundidad que va paralelo al río en aproximadamente 7 km, además de instalaciones de la antigua casa de máquinas con vegetación exótica alrededor).

La existencia de la localidad de San Agustín Etna dentro del polígono definido ha tenido un claro efecto en la transformación de los tipos de vegetación originales en la parte baja del SAR por actividades agropecuarias y de asentamientos humanos (inclusive existen varios predios en las partes medias y altas del SAR que fueron usados para fines agrícolas y/o pecuarios y que ahora son sitios que están experimentando recuperación por medio de procesos de regeneración natural).

El conjunto de usos de suelo y vegetación del SAR son cuantificables. Esto permitió realizar un inventario que refleja las condiciones del sitio analizado. A continuación se presentan los usos de suelo y vegetación actuales en el SAR.

Tabla 7-1 Cobertura y uso de suelo del SAR sin proyecto

Vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Pastizal inducido	24.68	0.5
Agricultura de temporal anual	358.48	6.9
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	1.32	0.0
Bosque de pino-encino	2128.76	40.7
Bosque de encino	2211.52	42.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	18.39	0.4
Agricultura de riego anual y semipermanente	22.92	0.4
Zona urbana	465.25	8.9
	5231.32	100.0

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

El SAR se define como el espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales.

Desde esta perspectiva, el desarrollo del proyecto, que implica la transformación de suelo destinado para forestales y agrícolas en una superficie de 6.18 hectáreas, se considera mínima dado que corresponde únicamente 3.6 ha están ubicadas en zona de bosque, el resto se ubican en áreas agrícolas y en la zona urbana total del SAR.

El conjunto la cobertura y uso de suelo que se afectará con la ejecución del proyecto fue cuantificado. Esto permitió realizar un inventario que refleja las condiciones que presentará el sitio.

Tabla 7-2 Cobertura y uso de suelo del SAR con proyecto

Vegetación y uso de suelo	Superficie actual en el SAR (ha)	%	Superficie de obra ya existente (ha)	Superficie afectada con el nuevo proyecto (ha)
Pastizal inducido	24.68	0.5	0	0
Agricultura de temporal anual	358.48	6.9	1.9	0
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	1.32	0.0	0	0

Bosque de pino-encino	2128.76	40.7	0	0.92
Bosque de encino	2211.52	42.3	3.6	1.04
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	18.39	0.4	0	0
Agricultura de riego anual y semipermanente	22.92	0.4	0	0
Zona urbana	465.25	8.9	0	4.22
	5,231.32	100.0	5.5	6.18

A partir del inventario de la cobertura y uso de suelo existentes en el SAR, se determinó que, con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna, las superficies de afectación y las superficies remanentes por cada uso de suelo y vegetación identificado en el SAR, no sufrirán una modificación significativa.

Los impactos ambientales derivados del proyecto, dentro de los límites del SAR delimitado y estudiado, son mínimos en cuanto a afectación de la superficie que ocupa cada uso de suelo. Por ello se considera que con la construcción del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna, en el Sistema Ambiental Regional no modificará la funcionalidad ecosistémica ya que no se alterará la dinámica de los procesos naturales que el sitio soporta.

7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

La propuesta de construcción del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna aquí presentada, puede considerarse y como un elemento que adicionará al sistema pocos elementos que pueden contrastar con el medio, además de que la superficie que ocupará es relativamente limitada para un proyecto de tal envergadura e importancia social y económica para la región.

Los cambios en el SAR continuarán dándose de manera lenta debido a los conceptos de conservación que han desarrollado los habitantes de la zona, sin que ello necesariamente obedezca a la construcción de la Hidroeléctrica. El natural crecimiento del asentamiento humano, habrá de prevalecer en el tiempo y modificar el espacio.

A continuación se realiza una comparación del comportamiento de los principales atributos ambientales del SAR, en tres distintos escenarios: el actual, el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación, y el tercero, que implica la construcción del proyecto y la implementación de medidas de mitigación.

7.3.1 Escenario actual

El SAR delimitado para este proyecto tiene una superficie de 5,231.32 hectáreas, que consisten en un mosaico heterogéneo en cuanto al tipo y estado de conservación de la vegetación. No obstante lo anterior la predominancia en cuanto al uso de suelo es la presencia de bosque, con un 83% de la superficie, lo cual se suma a las superficies usadas para agricultura que equivale al 1% de la superficie. La superficie afectada realmente es en donde se encuentra establecida la localidad de San Agustín Etlá, que representa alrededor del 9% de la superficie del SAR.

Si bien se ha señalado y descrito en este documento el buen estado de conservación del ecosistema que integra en SAR definido, es una realidad también que los efectos de la construcción de la anterior Hidroeléctrica aún están presentes a través de toda la infraestructura que aún permanece en el sitio y que genera efectos en las poblaciones de algunas de las especies de fauna que habitan el sitio. Lo anterior específicamente por el efecto de fragmentación del hábitat que causa el antiguo canal. Actualmente existen ya construidos aproximadamente 7,884 metros lineales en obras (55,160 m²) de la construcción de la antigua planta.

De no llevarse a cabo el proyecto y seguir la tendencia actual de crecimiento de población, demanda de energía y en las estrategias de producción de energía eléctrica, la cual proviene de combustibles fósiles, las emisiones de gases de invernadero a la atmosfera seguirán aumentando y en consecuencia los efectos del cambio climático serán más evidentes a nivel regional y sumarán a la situación global.

7.3.2 Escenario con proyecto sin medidas de mitigación

El desarrollo del proyecto implicará una afectación sobre un área de 6.18 ha, de las cuales sólo 1.96 ha están ubicadas sobre vegetación natural de bosque de encino y bosque de pino-encino y 4.22 ha de zona urbana. De la superficie a intervenir, únicamente se hará despalle de vegetación sobre 3.13 ha, lo cual equivale al 0.05% de la superficie total del SAR.

Cabe destacar que como fue ya descrito en el capítulo II del presente documento, parte del proyecto incluye la rehabilitación y ampliación de la infraestructura ya existente, por lo que la afectación del desarrollo de un proyecto de estas dimensiones no será en este caso significativa.

La ejecución del proyecto implicará una reducción, aunque sea mínima, en la cantidad y calidad de suelo fértil, así como en la cobertura vegetal (básicamente por la construcción del camino, 3.13 ha), lo que disminuirá el hábitat disponible actualmente para la fauna silvestre.

No obstante lo anterior, a corto plazo se espera que la tendencia de transformación en el SAR continúe con tasas muy bajas en el caso de que se sigan implementando las prácticas de conservación del bosque por parte de los habitantes. El deterioro en el SAR se daría entonces por el natural crecimiento la localidad y en consecuencia la expansión de las áreas agrícolas y de otras actividades que se desarrollan por la existencia de un asentamiento humano.

7.3.3 Escenario con proyecto y con medidas de mitigación

Si bien la superficie a intervenir en el SAR equivale únicamente al 0.11% del mismo, se han identificado y descrito en el Capítulo V de este documento, afectaciones que se darán en el SAR, que se han identificado como impactos en diversos grados de intensidad y reversibilidad. Se ha dicho también que estos impactos son de carácter negativo en las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, principalmente sobre los componentes ambientales de la atmósfera, el suelo, la cobertura vegetal y en menor grado en la fauna.

Un punto positivo que cabe destacar sobre este tipo de proyectos, es que evita el desgaste excesivo del agua, ya que está regresa a los cauces una vez transformada en energía eléctrica por su paso por las turbinas.

Es importante resaltar que como parte integral del proyecto, se tiene considerado implementar una serie de actividades y medidas tendientes a la mitigación e incluso a la disminución de los efectos de los impactos que serán provocados.

Algunas de las medidas de mitigación y compensación que se llevarán a cabo son:

- Se tiene contemplado previo a las labores de desmonte y despalme, el rescate de germoplasma y renuevos de los escasos individuos de flora que pudiera ser de interés al interior del predio. En el caso de las especies de fauna presentes en el sitio, estas serán ahuyentadas durante el desarrollo del proyecto para su protección y conservación.

- Uno de los aspectos en donde se enfocarán esfuerzos y recursos importantes como medidas de compensación por la ejecución del proyecto es el fortalecimiento de los esquemas de conservación del bosque con los que actualmente se cuenta. Lo anterior ya fue acordado con los propietarios del bosque y se plantea el diseño de un pequeño esquema que sume a los apoyos gubernamentales ya otorgados. Lo anterior, con el objetivo de contribuir a que los pobladores sigan sus actuales prácticas de manejo del bosque y se sientan motivados para continuar con este modelo. La construcción del camino de acceso considerado en el proyecto en análisis se considera que apoyará a las actividades de conservación del bosque, ya que facilita el acceso al mismo con fines de combate a incendios y limpiezas y aclareos.
- Otra parte fundamental de las medidas de compensación serán los programas de reforestación con especies nativas en el SAR, de manera muy puntual en las zonas aledañas más cercanas a la obra y también en áreas que se identifiquen en el SAR con potencial para ser restauradas. Con lo anterior se busca incrementar la cantidad y calidad de los servicios ambientales asociados al ecosistema, y el incremento de espacios aptos para el mantenimiento de fauna silvestre en la región.
- Para evitar que el proyecto sea una causal de contaminación del agua y del suelo en sus distintas etapas, el acopio, traslado, manejo y disposición final de los residuos se llevará a cabo en apego a la legislación vigente en materia de prevención y gestión integral de residuos.
- Adicionalmente se ejecutarán las medidas de prevención, compensación y recuperación ambiental propuestas en el capítulo VI del presente estudio, con las que se espera reducir las afectaciones del proyecto y mantener las condiciones de áreas específicas del SAR.

El impacto positivo de mayor relevancia en el SAR por la ejecución del proyecto, será el beneficio social y económico, al ser una infraestructura que promueve la generación de energía con tecnologías limpias, que además ayudará a la disminución de emisiones de carbono por producción de energía eléctrica en México.

El escenario esperado en el SAR con la ejecución del proyecto, es el de desarrollar infraestructura para la generación de energía eléctrica, que no representará un impacto negativo significativo por la presencia de un proyecto preexistente en la zona. Con base en lo anterior, la construcción del proyecto no contribuirá a disminuir la integridad biótica de forma significativa en la zona. Los impactos adversos que podrían generarse a partir del desarrollo del proyecto no serán de una magnitud alta ya que las acciones de mitigación y compensación estarán enfocadas a mantener el ecosistema presente en el área de reserva ecológica que considera el proyecto.

7.4 Pronóstico Ambiental

En función de los resultados de la evaluación integral del proyecto, se considera que su implementación es viable en función del costo beneficio que la obra generará. Lo anterior debido a la presencia de infraestructura construida anteriormente para una planta hidroeléctrica, lo cual ayuda a ya contar con parte de la infraestructura necesaria para el nuevo proyecto, que aunque deberá ser rehabilitada y ampliada ya existe y el impacto de su construcción ya fue generado.

La generación de energía eléctrica aprovechando la cinética natural de un curso hídrico, representa una importante opción para el desarrollo socio económico de la zona y sobre todo la apoyar a la generación de energía menos contaminante, que apoyaría al cumplimiento de los compromisos adquiridos por nuestro país vía los diferentes acuerdos internacionales. Así mismo el suministro de energía eléctrica apoyará a abastecer de los servicios de manera más eficiente en la región.

El análisis del SAR con la presencia del proyecto evidentemente muestra la aparición de una serie de efectos e impactos que su construcción originará, no obstante se ha puntualizado que la mayoría de esos impactos son mitigables y más bien los impactos positivos son los que permanecerán.

De manera general se considera que el proyecto no afectará los ciclos naturales de los ecosistemas presentes y los impactos producidos serán mitigados vías las medidas que se implementarán con este fin y con la evidente resiliencia que un ecosistema en las condiciones en las que se encuentra el analizado en este estudio.

Las acciones en sus diferentes etapas de ejecución incluida la de operación, no implica grandes rubros de alteración del equilibrio natural o de emisión permanente de vertimientos que puedan llegar a sobrepasar los límites máximos permisibles.

7.5 Evaluación de alternativas

Considerando la construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico San Agustín Etna, en función del territorio estudiado, la vocación del espacio que la acoge, la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previstos y las medidas de protección propuestas, se prevé que el cambio en el SAR a consecuencia de esta obra será irrelevante. De la valoración realizada se estimó, que existirán impactos positivos que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser mitigados, mantienen residuales bajos que, en el contexto del SAR son también irrelevantes.

Es menester señalar que, hasta cierto punto, existe un grado de incertidumbre sobre la magnitud de los impactos ambientales analizados, derivado de la compleja interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales del sistema que lo integra.

Para minimizar esta posible fluctuación, el desarrollo de este proyecto adoptará además de los acuerdos establecidos con los pobladores para la intervención del bosque, las medidas, planteadas bajo programas, acciones y criterios de actuación, permitirán que el proyecto no modifique la estructura y función actual del Sistema Ambiental Regional. en términos de ocupación territorial y consumo de recursos.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas.
- El desarrollo de la obra, no prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico.
- La implementación de la obra no conlleva riesgos a la salud humana.
- En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales

identificados que son técnicamente posibles, financieramente viables y permiten el seguimiento y documentación.

En virtud de lo anterior expuesto, se puede concluir que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con la naturaleza y vocación del sistema ambiental en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio del proyecto.



Capítulo VIII

Identificación de los instrumentos
metodológicos y elementos
técnicos que sustentan la
información señalada en las
fracciones anteriores

Contenido

8. Método para la identificación del Sistema Ambiental, medio biótico y vinculación con instrumentos normativos y de planeación.....	307
8.1. Método de muestreo de vegetación.....	308
8.2.1. Método de muestreo de aves.....	309
8.2.2. Método de muestreo de anfibios y reptiles.....	309
8.2.3. Método de muestreo de mamíferos.....	310
8.3. Método para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.....	310
Anexo 1. Documentación del promovente y del responsable técnico.....	319
Se anexa en formato digital e impreso.....	319
Anexo 2. Levantamiento topográfico.....	319
Se anexa en formato digital e impreso.....	319
Anexo 3. Planos del proyecto.....	319
Se anexa en formato digital e impreso.....	319
Anexo 4. Cartografía.....	319
Se anexa en formato digital e impreso.....	319
Anexo 5. Listados de flora y fauna.....	320
Flora.....	320
Fauna.....	323
Anexo 6. Archivo fotográfico.....	332

El presente capítulo tiene como objetivo establecer la base metodológica utilizada para sustentar los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental.

8. Método para la identificación del Sistema Ambiental, medio biótico y vinculación con instrumentos normativos y de planeación.

Para la delimitación del Sistema Ambiental y del medio biótico, así como para la vinculación con los instrumentos normativos y de planeación que aplican para el área del proyecto, se consultaron las bases de datos georreferenciadas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); Se recabaron las publicaciones en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Estado de Oaxaca, y de los decretos de programas de ordenamiento ecológico.

Con dichos instrumentos se elaboró la cartografía con la que a través del software ArcMAP 10.2 (ESRI) y Autocad 2013 se realizó la sobreposición del polígono del área del proyecto, lo que permitió caracterizar, delimitar y vincular la información necesaria para sustentar la información que se presenta en este documento.

La cartografía generada es la siguiente:

- a. Áreas prioritarias para la conservación (CONABIO)
- b. Áreas Naturales Protegidas
- c. Clima
- d. Vegetación y uso de suelo
- e. Edafología
- f. Geología
- g. Hidrología
- h. Localización
- i. Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- j. Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca
- k. Sistema Ambiental Regional

Con el propósito de verificar la información consultada se realizaron recorridos de campo aplicando métodos de muestreo para flora y fauna

8.1. Método de muestreo de vegetación

Se realizaron revisiones de literatura y fuentes temáticas para obtener los listados aproximados de los principales grupos de flora. Adicionalmente, en el mes de febrero se efectuaron recorridos dentro del área con el fin de conocerla en detalle y verificar la presencia de las especies y los tipos de vegetación reportados por la literatura para así tener una idea del

estado de conservación que mostraba la zona. Se utilizó el método de barrido (Barbour et al. 1987) para registrar la presencia de las especies vegetales, el cual consiste en recorrer sistemáticamente una zona hasta abarcar toda la heterogeneidad ambiental que presenta. Las especies vegetales que no se identificaron en campo fueron colectadas, herborizadas y determinadas en laboratorio con la ayuda de claves dicotómicas especializadas y un microscopio estereoscópico.

8.2. Métodos de muestreo de fauna

8.2.1. Método de muestreo de aves

Para la obtención de un listado de aves del sistema ambiental regional delimitado para el proyecto se realizaron *Avistamientos*, es decir, recorridos de campo durante los cuales se registraban aquellas especies de aves que fuesen escuchadas o vistas. Los recorridos se realizaban en las mañanas de 7:00 a 12:00. Las especies se identificaban con guías de campo (Peterson y Chalif 1989, Vuilleumier 2009, Howell y Webb 1995) y se liberaban.

8.2.2. Método de muestreo de anfibios y reptiles

Este trabajo se realizó en dos partes, la primera consistió de una revisión bibliográfica, con el objetivo de recopilar información específica sobre la herpetofauna de la zona de estudio y sus alrededores y tener un antecedente sobre las posibles especies que se podrían registrar en la zona de estudio.

La segunda parte consistió del trabajo en campo, el método de muestreo utilizado en este trabajo fue el de Transectos de Inspección por Encuentro Visual (IEV por sus siglas en inglés), de acuerdo al método estandarizado para realizar inventarios de anfibios y reptiles propuesto por Lips *et. al.* (2001), en los cuales dos o más personas caminan lentamente a lo largo de un transecto y cuidadosamente buscan a los organismos en la vegetación acuática y terrestre, en charcos, estanques, corrientes de agua y riveras de los ríos; también removiendo hojarasca, troncos, piedras, agujeros en el suelo, y cualquier sitio en donde se puedan encontrar estos organismos.

Debido a que los recorridos de campo fueron realizados en plena época seca y tomando en

cuenta que en el sitio del proyecto son comunes las altas temperaturas durante el día, estos hechos inhibieron de manera importante el registro de especies de fauna.

La nomenclatura científica utilizada, es en base a los nuevos cambios y arreglos taxonómicos propuestos por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004 y 2008). El Catalogo de autoridades taxonómicas de los Anfibios de México (CONABIO 2009), el Catalogo de autoridades taxonómicas de los reptiles de México (CONABIO 2009) y los trabajos de Wilson *et. al.* (2013).

8.2.3. Método de muestreo de mamíferos

Para la elaboración del listado de mamíferos se consultaron fuentes adicionales tales como:

- Bases de datos de la Comisión nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, CONABIO (2005) que contiene las especies de flora y fauna registradas para el municipio de Zacapu, extrayéndose de ellas los registros existentes para el área que abarca el Sistema Ambiental Regional.

- Bases de datos de las colecciones biológicas de Universidad Nacional Autónoma de México (UNIBIO-minero).

- Diversos estudios publicados en revistas científicas, manuales y tesis de licenciatura y posgrado.

8.3. Método para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

Debido a la gran diversidad de métodos de evaluación de impactos ambientales existentes, donde muchos no son compatibles a las condiciones socioeconómicas y políticas de México, se hace necesario seleccionarlos adaptándolos por medio de modificaciones y/o revisiones. En CIGAS S.C. los criterios del grupo multidisciplinario definen el método más apropiado en la integración de las actividades del proyecto y los factores ambientales sensibles a estas. El objeto de la identificación de los impactos y de su valoración, es poder asegurar que todos los efectos negativos puedan ser reconocidos y caracterizados, y ayuden en la formulación de medidas de mitigación apropiadas a los efectos negativos al ambiente así como estimar sus costos.

Dentro de las técnicas utilizadas para este estudio, se distingue la identificación de impactos y

la valoración de los mismos. En la identificación de los impactos ambientales significativos que puede generar el proyecto, se consideró la definición de “impacto significativo” establecida en la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, mismo que a la letra refiere a “... 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...”.

En la selección de indicadores ambientales, fue necesario ante todo definir un árbol de acciones (Gómez Orea, 2003) para que junto con la selección de factores ambientales seleccionados según enfoque del método matricial de Leopold (Canter, 2000) permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que pudieran presentarse como consecuencia del establecimiento del proyecto.

Se utilizó y evaluó una amplia gama de indicadores ambientales cuidadosamente seleccionados de acuerdo a las particularidades de la zona de estudio y las características del proyecto a desarrollar. Estos indicadores fueron evaluados con diferentes criterios tanto de tipo cualitativo como cuantitativos, con las variables de espacio y tiempo y además considerando aspectos como la capacidad de soporte del sistema y el grado de reversibilidad de los efectos detectados antes del proyecto y de los previstos en el escenario futuro. Los indicadores se utilizan para revisar condiciones ambientales, en la estimación de efectos/impactos para determinar las consecuencias ambientales, y en la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación/compensación. Los indicadores permiten verificar efectividad y cumplimiento (Espinoza, 2001)

La metodología de Vicente Conesa, mejor conocida como Matriz de Importancia, nos permite tener una visión integral de la problemática ambiental, ya que se incluyen todas las acciones propias del proyecto y los factores ambientales que están involucrados. Si bien ésta metodología, parte del principio de los métodos matriciales (Canter, 2000), en donde se plasman las posibles interacciones del proyecto y el ambiente y en donde se definen acciones que generan más de un impacto y los factores ambientales afectados por más de una acción, su selección se basó en que posee niveles de mayor confiabilidad al jerarquizar las opiniones de expertos, (Método Delphi) que en la mayoría de las metodologías antes mencionadas caen en la subjetividad.

La importancia del Impacto (I), o en otras palabras la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. El resultado equivale a:

$$I = \pm \square (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La importancia toma valores entre 13 y 100. Los valores entre inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles. Los valores moderados presentan una importancia entre 25 – 50; los severos cuando la Importancia se encuentre el 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75. Una vez efectuada la ponderación de los distintos factores del medio contemplados en el estudio, se desarrolló el modelo de valoración cualitativa con base a la importancia Iij de los efectos, que cada acción Ai de la actividad produce sobre cada factor del medio Fj. La suma ponderada de la importancia Iij del impacto de cada elemento tipo, por columnas IRj, nos identifican las acciones más agresivas (altos valores negativos), las poco agresivas (bajos valores negativos) y las beneficiosas (valores positivos) pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

La modificación en las propiedades o características del elemento respecto a su condición inicial, fue considerada como significativa y constituyó la base de la identificación; también se consideró como significativa a las modificaciones que pudieran ejercerse sobre los elementos relacionados. Las características del elemento modificadas por acción del impacto, fueron consideradas como indicadores de la condición ambiental y constituyeron el punto de referencia para el proceso de cualificación de los impactos. El método expuesto por Vicente Conesa (Conesa Fernández-Vitora, 1997), propone que los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once características del efecto producido por la acción sobre el factor considerado. Estas once características se señalan en la Tabla 0-1:

Tabla 0-1 Importancia del impacto

NATURALEZA		INTENSIDAD (i) (Grado de Destrucción)	
- Impacto beneficioso	+ -	- Baja	1
- Impacto perjudicial	-	- Media	2
- Efectos cambiantes	X	- Alta	4
		- Muy alta	8

		- Total	12
EXTENSIÓN (Área de influencia)	(EX)	MOMENTO (Plazo de manifestación)	(MO)
- Puntual	1	- Largo plazo (más de 5 años)	1
- Parcial	2	- Medio plazo (de 1 a 5 años)	2
- Extenso	4	- Inmediato (menos de 1 año)	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (Permanencia del efecto)	(PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz (menos de 1 año)	1	- Corto plazo	1
- Temporal (de 1 a 10 años)	2	- Medio plazo	2
- Permanente (más de 10 años)	4	- Irreversible	4
SINERGIA (Regularidad de la manifestación)	(S)	ACUMULACIÓN (Incremento progresivo)	(AC)
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFEECTO (Relación causa-efecto)	(EF)	PERIODICIDAD (Regularidad de la manifestación)	(PR)
- Indirecto (secundario)	1	- Irregular o discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (Reconstrucción por medio humano)	(MC)	IMPORTANCIA	(I)
		$I = \pm 3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC$	
- Recuperable de manera inmediata	1	- Irrelevante	<25
- Recuperable a mediano plazo	2	- Moderado	25-50
- Mitigable o compensable	4	- Severo	50-75
- Irrecuperable	8	- Crítico	>75

Por la variación de la calidad ambiental:

Impacto positivo: Es aquel que se traduce en unas mejoras en el medio natural, socioeconómico o cultural.

Impacto negativo: Aquel impacto que se traduce como una pérdida de valor de naturalidad, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de perjuicios derivados

de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y personalidad de una zona determinada.

Por la interrelación de acciones que producen el impacto y/o efectos producidos:

Impacto simple: Se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modelo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la acumulación ni en la de su sinergia.

Impacto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.

Por la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales:

Impacto reversible: La alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.

Impacto irreversible: Supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que la produce.

Por la periodicidad de aparición del impacto:

Impacto de aparición irregular: Se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

Impacto periódico o discontinuo: Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.

Impacto continuo: Presenta una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.

Por el momento en que se manifiesta las consecuencias del impacto:

Impacto latente (corto, medio y largo plazo): Su efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoque, como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a la acumulación y/o su sinergia, implica que el límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión. La incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, que se conoce como impacto a corto plazo; antes de cinco años, que se conoce como impacto a medio plazo; o en

un periodo superior que se denominará impacto a largo plazo.

Impacto de momento crítico: Aquél en que el momento en que se origina la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación del impacto.

Impacto inmediato: Se define como aquél en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación del impacto es nulo.

Por el reforzamiento de dos o más efectos:

Impacto sin sinergismo o simple: Se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modelo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la acumulación ni en la de su sinergia.

Impacto sinérgico: Es el que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Adicionalmente se incluyen aquellos Impactos que al paso del tiempo ocasionan la aparición de otros nuevos. Un efecto puede ser moderadamente o altamente sinérgico de acuerdo a esta interrelación.

Por la posibilidad de la reconstrucción parcial o total del factor afectado por medio de la intervención humana:

Impacto recuperable: Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, es decir que es el impacto en que la alteración que supone puede ser restituida. Dicha recuperación puede ser de manera inmediata, a medio o largo plazo.

Impacto mitigable: Efecto en que la alteración puede disminuirse de una manera sostenible, mediante establecimiento de medidas correctivas.

Impacto irrecuperable: impacto que considera que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, ya sea por acción natural o por la acción humana.

Por la intensidad o grado de destrucción del medio:

Impacto total: Se define como aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación o destrucción total del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.

Impacto notable o muy alto: Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una

destrucción casi total del factor considerado en el caso en que produzca el efecto.

Impacto Medio y alto: Aquellos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del Medio Ambiente o alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores y la afectación mínima.

Impacto mínimo o bajo: Su efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

Por la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental dado:

Impacto ambiental compatible o irrelevante: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras. Tratándose de impactos benéficos, son los que se presentan de manera inmediata a la actividad que los origina, siendo muy significativos.

Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere de cierto tiempo. Tratándose de impactos benéficos, son los que se presentan cierto tiempo después de realizada la obra o actividad y son poco significativos.

Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con el se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Por la relación causa del impacto y el efecto producido:

Impacto directo: El efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

Impacto Indirecto o secundario: Aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental con otro.

Por la persistencia de las consecuencias del impacto:

Impacto temporal: Aquel impacto cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Si su efecto es menor a un año se llama fugaz; si dura entre 1 y 3 años, temporal y si persiste entre 4 y 10 años recibe el nombre de Pertinaz.

Impacto permanente: Supone una alteración indefinida en el tiempo, es decir aquel impacto que permanece en el tiempo. (Se considera permanente aquel efecto con duración mayor a 10 años).

Por la extensión del área que sufre el impacto:

Impacto puntual: Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.

Impacto parcial: Se define como aquél cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio. El área de afectación puede corresponder a valores inferiores al 60% de la extensión del área considerada.

Impacto extenso: Su efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

Impacto total: Su efecto se manifiesta generalizado en todo el entorno considerado.

Impacto de ubicación crítica: Se define como aquél en que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente ocurre en impactos puntuales.

Esta técnica permite obtener un valor para cada uno de los impactos decretados y determinar cuáles resultan ser los más significativos sobre los que se centrarán las acciones necesarias para prevenir, mitigación o compensar.

8.4. Anexos

Anexo 1. Documentación del promovente y del responsable técnico

Anexo 2. Levantamiento topográfico

Anexo 3. Planos del proyecto

Anexo 4. Cartografía

Anexo 5. Listados de flora y fauna

Anexo 6. Archivo fotográfico

Anexo 1. Documentación del promovente y del responsable técnico

Se anexa en formato digital e impreso

Anexo 2. Levantamiento topográfico

Se anexa en formato digital e impreso

Anexo 3. Planos del proyecto

Se anexa en formato digital e impreso

Anexo 4. Cartografía

Se anexa en formato digital e impreso

Anexo 5. Listados de flora y fauna

Se presentan los listados de flora y fauna registrados en el Sistema Ambiental Regional.

Flora

Angiospermas

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EXÓTICA/ INVASORA	NOM 059	FUENTE
Acanthaceae	<i>Dyschoriste capitata</i>				1
Aceraceae	<i>Acer negundo</i>	maple		Pr	2
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	piñuela			1, 2, 3
Amaranthaceae	<i>Iresine calea</i>	amargosillo, barba de viejo			1
Apiaceae	<i>Eryngium monocephalum</i>				2
Apocynaceae	<i>Matelea chrysantha</i>				1
Apocynaceae	<i>Matelea gonoloboides</i>				1
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>				2
Asteraceae	<i>Achyrocline deflexa</i>				1
Asteraceae	<i>Ageratina pringlei</i>				1
Asteraceae	<i>Ageratina rupicola</i>				1
Asteraceae	<i>Archibaccharis auriculata</i>				1
Asteraceae	<i>Bidens squarrosa</i>	corrimiento			1
Asteraceae	<i>Brickellia orizabaensis</i>				1
Asteraceae	<i>Calea ternifolia calyculata</i>				1
Asteraceae	<i>Calea ternifolia var. calyculata</i>				3
Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i>	flor de caléndula	Exótica		1
Asteraceae	<i>Cosmos diversifolius</i>				3
Asteraceae	<i>Digitacalia jatrophioides var. pentaloba</i>				3
Asteraceae	<i>Hieracium schultzii</i>				1
Asteraceae	<i>Psacalium amplifolium</i>				3
Asteraceae	<i>Psacalium amplifolium</i>				3
Asteraceae	<i>Psacalium peltatum konzattii</i>				1
Asteraceae	<i>Roldana oaxacana</i>				3
Asteraceae	<i>Senecio callosus</i>				3
Asteraceae	<i>Senecio picridis</i>				3
Asteraceae	<i>Tanacetum parthenium</i>	Santa María	Exótica		1
Asteraceae	<i>Tithonia tubiformis</i>	acahual, girasol, margarita			1,2
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	aile			2
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>				1,2
Boraginaceae	<i>Hackelia mexicana</i>	pegarropa			1

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EXÓTICA/ INVASORA	NOM 059	FUENTE
Boraginaceae	<i>Heliotropium foliosissimum</i>				1
Boraginaceae	<i>Heliotropium limbatum</i>	hierba de la muela			1
Boraginaceae	<i>Lithospermum distichum</i>				1
Boraginaceae	<i>Macromeria exserta</i>				1
Boraginaceae	<i>Macromeria longiflora</i>				1
Boraginaceae	<i>Tournefortia volubilis</i>	hierba del alacrán			1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia prodigiosa</i>	bromelia			2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	casahuate			2
Cucurbitaceae	<i>Echinopepon racemosus</i>				1
Cyperaceae	<i>Carex anisostachys</i>				1
Cyperaceae	<i>Carex aztecica</i>				1
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata suberecta</i>				1
Cyperaceae	<i>Scirpus lacustris</i>	tule			1
Cyperaceae	<i>Scleria bracteata</i>				3
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	madroño			2
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	manzanita			2
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus aconitifolius</i>	chaya			1
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus glaucooides</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus greggii</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	encino laurel			2
Fagaceae	<i>Quercus magnoliifolia</i>	encino			2
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	encino			2
Garryaceae	<i>Garrya sp.</i>				2
Hidrophyllaceae	<i>Wigandia urens</i>		Exótica		2
Lamiaceae	<i>Salvia cinnabarina</i>				1
Lamiaceae	<i>Salvia longistyla</i>				3
Lamiaceae	<i>Salvia polystachya polystachya</i>				1
Lauraceae	<i>Litsea glaucesens</i>	laurel		P	2
Leguminosae	<i>Dalea obovatifolia</i>				1
Leguminosae	<i>Dalea virgata</i>				1
Leguminosae	<i>Erythrina americana</i>				1
Leguminosae	<i>Mimosa albida albida</i>				1
Leguminosae	<i>Senna holwayana</i>				3
Leguminosae	<i>Senna holwayana holwayana</i>				1
Leguminosae	<i>Senna sp</i>				2
Malvaceae	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	mano de león		A	2
Moraceae	<i>Ficus retusa</i>	laurel de la india	Exótica		2

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EXÓTICA/ INVASORA	NOM 059	FUENTE
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	eucalipto	Exótica		2
Orobanchaceae	<i>Castilleja subalpina</i>				1
Orobanchaceae	<i>Lamourouxia multifida</i>				1
Piperaceae	<i>Peperomia macrandra</i>				1
Poaceae	<i>Bouteloua alamosana</i>				1
Poaceae	<i>Zea mays mays</i>	maíz abajeño			1
Rosaceae	<i>Holodiscus argenteus</i>				1
Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	zarza			2
Rubiaceae	<i>Bouvardia viminalis</i>				3
Rubiaceae	<i>Bouvardia xestosperma</i>				1
Salicaceae	<i>Salix bomplandiana</i>	sauce			2
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	jarilla			2
Solanaceae	<i>Cestrum lanatum</i>				2
Solanaceae	<i>Physalis solanacea</i>				3
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>				1
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i>	mastuerzo			1
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	cola de gato, espadaña, tule			1, 2

Fuente: 1) CONABIO 2015, 2) verificación de campo, 3) UNIBIO (MEXU-UNAM), 4) Missouri jardín botánico.

Gimnospermas

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059	FUENTE
Cupresaceae	<i>Juniperus flaccida</i>	sabino		2
Pinaceae	<i>Abies religiosa ssp hickelii</i>	pinabete	P	2
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i>	pino		2
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>			2
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>			2
Pinaceae	<i>Pinus rudis</i>			2
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	pino		2

Fuente: 1) CONABIO 2015, 2) verificación de campo, 3) UNIBIO (MEXU-UNAM), 4) Missouri jardín botánico.

Fauna

Mamíferos

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	Microtus	<i>Microtus mexicanus fulviventer</i>
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	Peromyscus	<i>Peromyscus difficilis felipensis</i>
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	Peromyscus	<i>Peromyscus levipes levipes</i>

Anfibios

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus	<i>Eleutherodactylus mexicanus</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	Pseudoeurycea	<i>Pseudoeurycea cochranae</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	Pseudoeurycea	<i>Pseudoeurycea smithi</i>

Reptiles

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis	<i>Aspidoscelis mexicana</i>
Reptilia	Squamata	Anguidae	Mesaspis	<i>Mesaspis viridiflava</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus spinosus caeruleopunctatus</i>

Aves

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter	<i>Accipiter cooperii</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter	<i>Accipiter striatus</i>
Aves	Apodiformes	Apodidae	Aeronautes	<i>Aeronautes saxatalis</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Aimophila	<i>Aimophila notosticta</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Aimophila	<i>Aimophila ruficeps</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	<i>Amazilia beryllina</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Ammodramus	<i>Ammodramus savannarum</i>
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Antrostomus	<i>Antrostomus arizonae</i>
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Antrostomus	<i>Antrostomus ridgwayi</i>
Aves	Passeriformes	Corvidae	Aphelocoma	<i>Aphelocoma californica</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Archilochus	<i>Archilochus colubris</i>
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	<i>Ardea alba</i>
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	<i>Ardea herodias</i>

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Atlapetes	<i>Atlapetes pileatus</i>
Aves	Passeriformes	Paridae	Baeolophus	<i>Baeolophus wollweberi</i>
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	Bartramia	<i>Bartramia longicauda</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Basileuterus	<i>Basileuterus belli</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Basileuterus	<i>Basileuterus rufifrons</i>
Aves	Passeriformes	Bombycillidae	Bombycilla	<i>Bombycilla cedrorum</i>
Aves	Strigiformes	Strigidae	Bubo	<i>Bubo virginianus</i>
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	<i>Bubulcus ibis</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo albonotatus</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo brachyurus</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo jamaicensis</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo plagiatus</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo platypterus</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Calothorax	<i>Calothorax pulcher</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Campptostoma	<i>Campptostoma imberbe</i>
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	<i>Campylorhynchus jocosus</i>
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	<i>Campylorhynchus megalopterus</i>
Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	<i>Caracara cheriway</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Cardellina	<i>Cardellina pusilla</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Cardellina	<i>Cardellina pusilla chryseola</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Cardellina	<i>Cardellina rubra</i>
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus aurantiirostris</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus guttatus</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus guttatus</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus occidentalis</i>
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Catherpes	<i>Catherpes mexicanus</i>
Aves	Passeriformes	Certhiidae	Certhia	<i>Certhia americana</i>
Aves	Apodiformes	Apodidae	Chaetura	<i>Chaetura vauxi</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Chondestes	<i>Chondestes grammacus</i>
Aves	Passeriformes	Cinclidae	Cinclus	<i>Cinclus mexicanus</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Circus	<i>Circus cyaneus</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Circus	<i>Circus cyaneus hudsonius</i>
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Coccyzus	<i>Coccyzus americanus</i>
Aves	Piciformes	Picidae	Colaptes	<i>Colaptes auratus</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columba	<i>Columba livia (Feral Pigeon)</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina inca</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina passerina</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Contopus	<i>Contopus pertinax</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Contopus	<i>Contopus sordidulus</i>

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>
Aves	Passeriformes	Corvidae	Corvus	<i>Corvus corax</i>
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocitta	<i>Cyanocitta stelleri</i>
Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanolyca	<i>Cyanolyca nana</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Cyananthus	<i>Cyananthus latirostris</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Cyananthus	<i>Cyananthus sordidus</i>
Aves	Apodiformes	Apodidae	Cypseloides	<i>Cypseloides niger</i>
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Dendrortyx	<i>Dendrortyx macroura</i>
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	<i>Egretta caerulea</i>
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Elanus	<i>Elanus leucurus</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax affinis</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax hammondii</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax minimus</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax oberholseri</i>
Aves	Passeriformes	Alaudidae	Eremophila	<i>Eremophila alpestris</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Eugenes	<i>Eugenes fulgens</i>
Aves	Passeriformes	Fringillidae	Euphonia	<i>Euphonia elegantissima</i>
Aves	Falconiformes	Falconidae	Falco	<i>Falco peregrinus</i>
Aves	Falconiformes	Falconidae	Falco	<i>Falco sparverius</i>
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Geococcyx	<i>Geococcyx velox</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	<i>Geothlypis tolmiei</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	<i>Geothlypis trichas</i>
Aves	Passeriformes	Fringillidae	Haemorhous	<i>Haemorhous mexicanus</i>
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	<i>Hirundo rustica</i>
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	<i>Hirundo rustica erythrogaster</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Hylocharis	<i>Hylocharis leucotis</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus bullockii</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus galbula</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus graduacauda</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus parisorum</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus spurius</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus wagleri</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Junco	<i>Junco phaeonotus</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Lampornis	<i>Lampornis amethystinus</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Lampornis	<i>Lampornis clemenciae</i>
Aves	Passeriformes	Laniidae	Lanius	<i>Lanius ludovicianus</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	<i>Leptotila verreauxi</i>
Aves	Passeriformes	Fringillidae	Loxia	<i>Loxia curvirostra</i>
Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes chrysogenys</i>
Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes formicivorus</i>

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes hypopolius</i>
Aves	Passeriformes	Mimidae	Melanotis	<i>Melanotis caerulescens</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Melospiza	<i>Melospiza lincolni</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Melozone	<i>Melozone albicollis</i>
Aves	Passeriformes	Mimidae	Mimus	<i>Mimus gilvus</i>
Aves	Passeriformes	Mimidae	Mimus	<i>Mimus polyglottos</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Mitrephanes	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Mniotilta	<i>Mniotilta varia</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Molothrus	<i>Molothrus aeneus</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Myadestes	<i>Myadestes occidentalis</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus cinerascens</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus nuttingi</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tuberculifer olivascens</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Myioborus	<i>Myioborus miniatus</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Myioborus	<i>Myioborus pictus</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiopagis	<i>Myiopagis viridicata</i>
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	Myiopsitta	<i>Myiopsitta monachus</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes	<i>Myiozetetes similis</i>
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Oreothlypis	<i>Oreothlypis celata</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Oreothlypis	<i>Oreothlypis celata celata</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Oreothlypis	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Oreothlypis	<i>Oreothlypis ruficapilla ruficapilla</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Oreothlypis	<i>Oreothlypis superciliosa</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Oreothlypis	<i>Oreothlypis virginiae</i>
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	<i>Ortalis poliocephala</i>
Aves	Passeriformes	Tityridae	Pachyramphus	<i>Pachyramphus aglaiae</i>
Aves	Apodiformes	Apodidae	Panyptila	<i>Panyptila cayennensis</i>
Aves	Apodiformes	Apodidae	Panyptila	<i>Panyptila sanctihieronymi</i>
Aves	Passeriformes	Passeridae	Passer	<i>Passer domesticus</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Passerina	<i>Passerina caerulea</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Passerina	<i>Passerina cyanea</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	<i>Patagioenas fasciata</i>
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Petrochelidon	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Peucaea	<i>Peucaea botterii</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Peucaea	<i>Peucaea mystacalis</i>
Aves	Passeriformes	Peucedramidae	Peucedramus	<i>Peucedramus taeniatus</i>
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Pheucticus	<i>Pheucticus chrysopleus</i>

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Pheucticus	<i>Pheucticus ludovicianus</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Pheucticus	<i>Pheucticus melanocephalus</i>
Aves	Piciformes	Picidae	Picoides	<i>Picoides scalaris</i>
Aves	Piciformes	Picidae	Picoides	<i>Picoides villosus</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Pipilo	<i>Pipilo maculatus</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga flava</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga ludoviciana</i>
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga rubra</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	Podilymbus	<i>Podilymbus podiceps</i>
Aves	Passeriformes	Paridae	Poecile	<i>Poecile sclateri</i>
Aves	Passeriformes	Poliopitidae	Poliopitila	<i>Poliopitila caerulea</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Poocetes	<i>Poocetes gramineus</i>
Aves	Passeriformes	Aegithalidae	Psaltriparus	<i>Psaltriparus minimus</i>
Aves	Passeriformes	Aegithalidae	Psaltriparus	<i>Psaltriparus minimus melanotis</i>
Aves	Passeriformes	Ptiliognatidae	Ptiliognys	<i>Ptiliognys cinereus</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pyrocephalus	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Quiscalus	<i>Quiscalus mexicanus</i>
Aves	Passeriformes	Regulidae	Regulus	<i>Regulus calendula</i>
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Saltator	<i>Saltator coerulescens</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis	<i>Sayornis nigricans</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis	<i>Sayornis saya</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Selasphorus	<i>Selasphorus rufus</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga coronata</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga coronata auduboni</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga nigrescens</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga occidentalis</i>
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga townsendi</i>
Aves	Passeriformes	Fringillidae	Spinus	<i>Spinus notatus</i>
Aves	Passeriformes	Fringillidae	Spinus	<i>Spinus psaltria</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Spizella	<i>Spizella pallida</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Spizella	<i>Spizella passerina</i>
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Sporophila	<i>Sporophila torqueola</i>
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Sporophila	<i>Sporophila torqueola torqueola</i>
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Stelgidopteryx	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Stelgidopteryx	<i>Stelgidopteryx serripennis serripennis</i>
Aves	Apodiformes	Apodidae	Streptoprocne	<i>Streptoprocne rutila</i>
Aves	Passeriformes	Icteridae	Sturnella	<i>Sturnella magna</i>
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	Tachybaptus	<i>Tachybaptus dominicus</i>
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Tachycineta	<i>Tachycineta thalassina</i>

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryomanes	<i>Thryomanes bewickii</i>
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tiaris	<i>Tiaris olivaceus</i>
Aves	Passeriformes	Mimidae	Toxostoma	<i>Toxostoma curvirostre</i>
Aves	Passeriformes	Mimidae	Toxostoma	<i>Toxostoma ocellatum</i>
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	<i>Troglodytes aedon</i>
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	<i>Troglodytes aedon aedon</i>
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon elegans</i>
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon mexicanus</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus grayi</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus migratorius</i>
Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus rufopalliatu</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus crassirostris</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus verticalis</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus vociferans</i>
Aves	Strigiformes	Tytonidae	Tyto	<i>Tyto alba</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo brevipennis</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo cassinii</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo gilvus</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo huttoni</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo hypochryseus</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo nelsoni</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo plumbeus</i>
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo solitarius</i>
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Volatinia	<i>Volatinia jacarina</i>
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Xenotriccus	<i>Xenotriccus mexicanus</i>
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Xiphocolaptes	<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida asiatica</i>
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida macroura</i>

Aves registradas en campo

Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia	NOM-059	Ende mismo s	BP E	BE C	B G
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	MI,R	Pr		x	x	x
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela	MI,R	Pr		x	x	x
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	R,MI			x	x	x
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola	R			x	x	x

Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia	NOM-059	Endemismos	BP E	BE C	B G
		Blanca						
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	R			x	x	x
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	R			x	x	x
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	R			x		x
Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	R			x		
Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	R			x		x
Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Canelo	MI			x		
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	R				x	x
Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma Encinera	R,MI			x		
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	R,MI					x
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	R			x	x	x
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Pálida	R		EN			x
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	R			x		
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	R,MI,MV		SE		x	x
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	R				x	x
Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	MI					x
Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Trepadorcito Americano	R,MI			x		
Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	Chara de Collar	R				x	
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	R			x	x	x
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Copetona	R			x		
Corvidae	<i>Cyanolyca nana</i>	Chara Enana	R	P	EN	x		
Emberizidae	<i>Aimophila notosticta</i>	Zacatonero Oaxaqueño	R	Pr	EN		x	x
Emberizidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	Rascador Gorra Castaña	R			x		
Emberizidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador Gorra Canela	R		EN	x		
Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	R		CE	x	x	x
Emberizidae	<i>Melospiza albicollis</i>	Rascador Oaxaqueño	R		EN		x	x
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	R					x
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito	R					x

Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia	NOM-059	Endemismos	BP E	BE C	B G
		Dominico						
Furnariidae	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos Mexicano	R		EN	x		
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	MI					x
Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	R,MV,MI		SE	x		
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	R					x
Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler	R				x	x
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	R					x
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul	R		EN		x	x
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	R				x	x
Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero Embridado	R					x
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	R		CE		x	x
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	MI			x		
Parulidae	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	R		EN	x		
Parulidae	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe Cara Roja	MI,MV		SE			x
Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	MI	A				x
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	MI				x	x
Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito Alas Negras	R			x	x	x
Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	R			x		x
Parulidae	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe Cejas Blancas	R			x		x
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	MI,R			x		x
Parulidae	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	MI			x		
Parulidae	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend	MI			x		x
Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero Enmascarado	R			x		
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	MI,R			x	x	x
Ptiliogonatidae	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulinerio Gris	R		CE		x	x
Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	R					x
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca Barrada	R		EN	x		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia	NOM-059	Endemismos	BP E	BE C	B G
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	R					x
Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	R				x	
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común	R,MI,T					x
Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal Canelo	T			x		
Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola Canela	MI			x		x
Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	R	Pr		x	x	x
Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	R					x
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo Dorso Canela	R		EN			x
Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	R				x	x
Tyrannidae	<i>Empidonax sp</i>	Papamoscas				x	x	x
Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas Copetón	R				x	x
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	R					x
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	R					x
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	R					x
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	R,MI					x
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	R				x	x
Vireonidae	<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo Pizarra	R	A	EN			x
Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo Reyzeuelo	R					x
Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	MI			x		
Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Coa Elegante	R				x	x
Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Coa Mexicana	R			x		

Anexo 6. Archivo fotográfico

Flora y vegetación presente en el Sistema Ambiental Regional.

















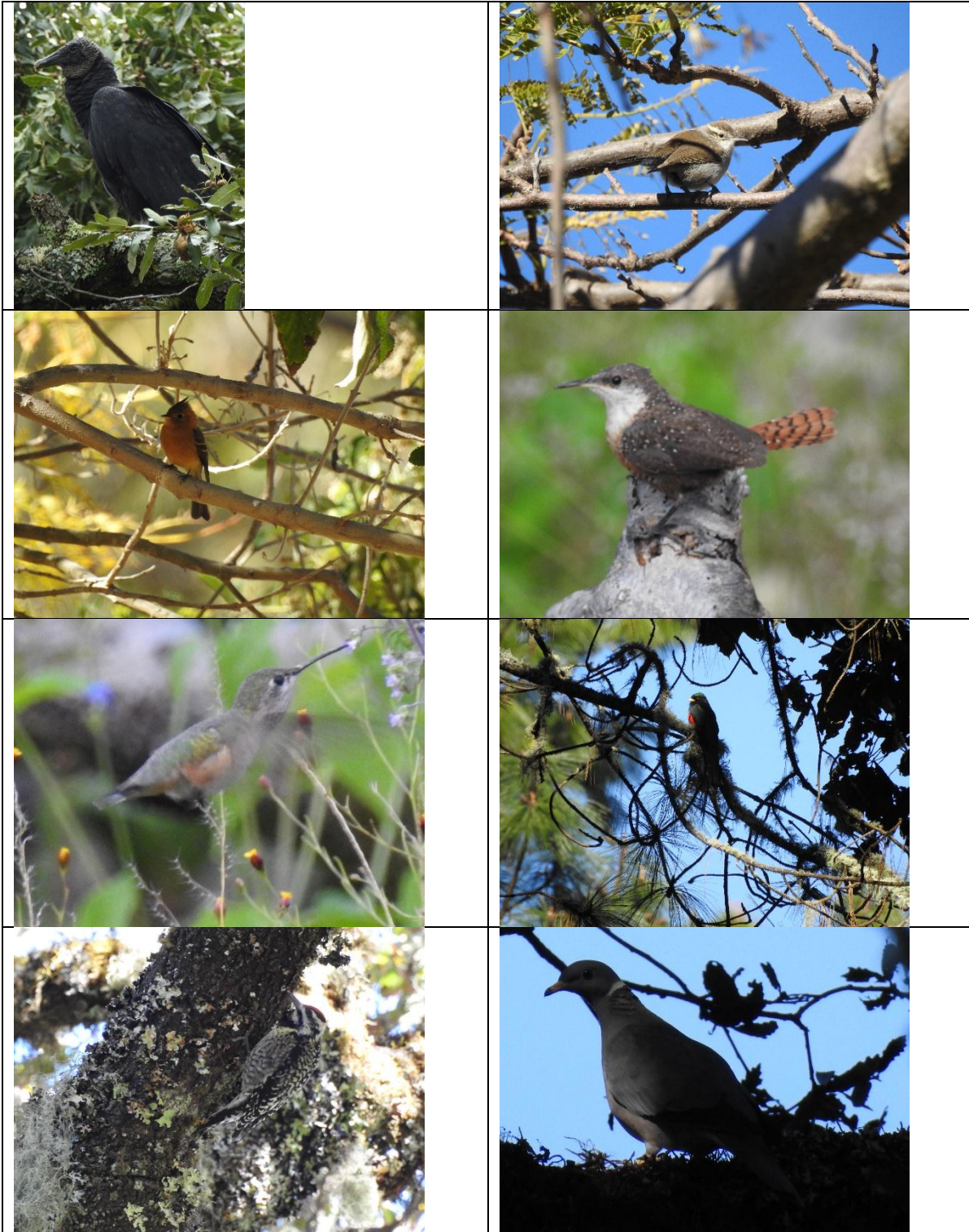


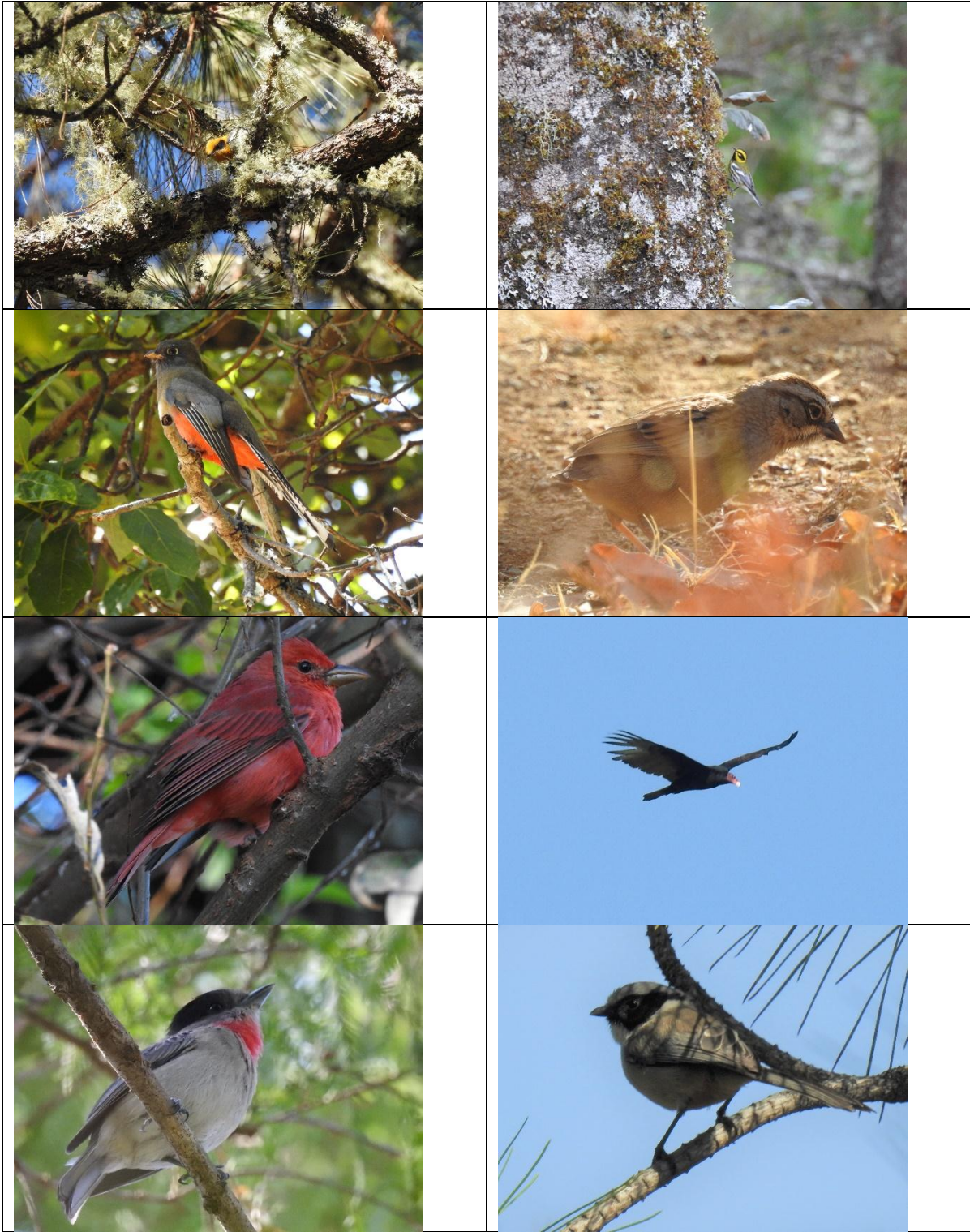




Fauna

	
<i>Anolis subocularis</i>	<i>Anolis subocularis</i>
	
<i>Barisia planifrons</i>	<i>Bolitoglossa</i>
	
<i>Craugastor</i>	<i>Crotalus molossus</i>
	











Excretas de *Bassariscus astutus* (Cacomixtle)



Excretas de *Canis latrans* (Coyote)



Excretas de *Pecari tajacu* (Jabalí)




Excretas de *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris)



Huella de *Didelphis virginiana* (Tlacuache)



Huella de *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca)

	
<p>Huellas de <i>Canis latrans</i> (Coyote)</p>	
	
<p><i>Mesaspis viridiflava</i></p>	<p><i>Peromyscus maniculatus</i></p>
	
<p>Restos de <i>Canis latrans</i> (ejemplar juvenil)</p>	<p><i>Sceloporus grammicus</i></p>



Sceloporus salvini



Sceloporus siniferus



Sceloporus spinosus



Trimorphodon tau

Infraestructura existente



