MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

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



CONTENIDO

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
1.1. Datos generales del proyecto 2
1.1.1 Nombre del Proyecto 2
1.1.2 Ubicación del Proyecto 2
1.1.3 Vulnerabilidad al cambio climático 5
1.1.4. Duración del Proyecto 5
1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 6
1.2.1 Nombre o razón social 6
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 6
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal 6
1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal 6
1.3. RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 6
1.3.1. Nombre o razón social 6
1.3.2. Registro federal de contribuyentes 6
1.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio 6
1.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio 6

Tabla 1 Coordenadas Métricas del trazo del puente 2

Figura 1 Croquis de acceso al sitio del proyecto 3
Figura 2 Imagen del sitio del proyecto. 4
Figura 3 Vulnerabilidad ante el cambio climático 5

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

1.1. Datos generales del proyecto

El proyecto se refiere a la construcción de una nueva obra de infraestructura vial, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec del municipio de Guevea de Humboldt, en el estado de Oaxaca. Actualmente no existe alguna estructura para el cruce vehicular del arroyo Nisavía, por lo que se requiere construir un puente que cumpla con las necesidades de seguridad para los usuarios y con los lineamientos normativos vigentes de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte, SICT. Se considera un proyecto de 128.74 m de longitud, de los cuales la estructura contará con 48.74 m, el acceso uno con una longitud de 40 m y el acceso dos también con 40.0 m, contará con dos carriles de circulación de 3.50 m de ancho y 4.5 m respectivamente, sin acotamientos, banquetas de 0.75 m a ambos lados y parapetos a cada lado de 0.25 m, para un ancho total de la estructura de 10.00 m.

La evaluación de las condiciones ambientales de este proyecto, los posibles impactos, la propuesta de medidas de mitigación y escenarios de proyección, han sido realizadas bajo un marco de análisis y evaluación del Sistema Ambiental. Durante los trabajos de construcción del puente no se realizarán actividades altamente riesgosas, por lo que no se presenta estudio de riesgo.

1.1.1 Nombre del Proyecto

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

1.1.2 Ubicación del Proyecto

Se accede al sitio desde Oaxaca de Juárez, la capital del estado por la carretera México 190 en dirección a Tehuantepec/Salina Cruz recorriendo un aproximado de 244 kilómetros para tomar la supercarretera Salina Cruz - La Ventosa/México 185D hasta el entronque en Ixtepec, y seguir por la carretera Juchitán de Zaragoza - Sta María Guienagati/OAX 49, recorriendo aproximadamente 53 kilómetros hasta la cabecera municipal de Guevea de Humboldt y continuar sobre el camino hacia Ixcuintepec llegando al Km 1+796 donde se construirá el puente.

Geográficamente el puente y sus accesos se ubica en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 1 Coordenadas Métricas del trazo del puente

Concepto	Cadenamiento	Coordenadas	
		X	Y
Cadenamiento de inicio del acceso 1	1+731.99	247,162	1,858,825
Caballete 1	1+771.99	247,152	1,858,783
Pila 2	1+796.36	247,153	1,858,759
Caballete 3	1+820.73	247,155	1,858,735
Cadenamiento final del acceso 2	1+860.73	247,169	1,858,700

Proyección UTM, Datum WGS84, Zona 14 N



Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

Estado de Oaxaca

Municipio de Guevea de Humboldt

Figura 1 *Croquis de acceso al sitio del proyecto*

La siguiente es la imagen satelital del sitio del proyecto:

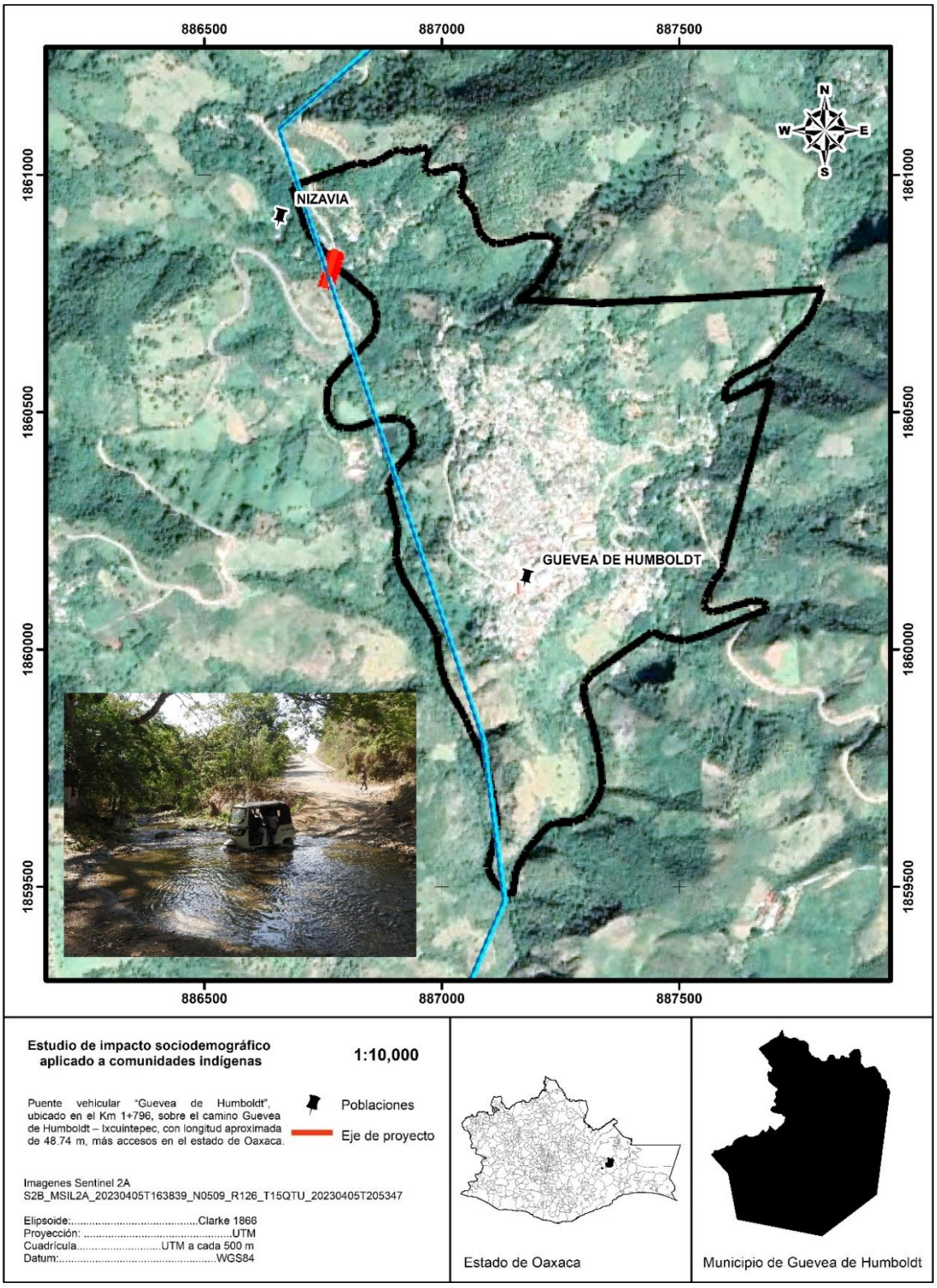


Figura 2 Imagen del sitio del proyecto.

1.1.3 Vulnerabilidad al cambio climático

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo, el municipio Guevea de Humboldt, Oaxaca, al cual pertenece el proyecto, presenta baja vulnerabilidad ante el cambio climático. La vulnerabilidad está definida como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos.



Figura 3 Vulnerabilidad ante el cambio climático
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

1.1.4. Duración del Proyecto

Se consideran las siguientes etapas que conforman el proyecto:

- **Etapa previa**: Se refiere a la aprobación y asignación del recurso económico para desarrollar el proyecto por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se tiene presupuestado ejecutar la obra en el año fiscal 2025, sin embargo, se considera **1 a 6 años** tomando en cuenta los cambios en los procesos administrativos y asignación de recurso económico, así como el proceso de licitación para la selección de la empresa contratista y la obtención de permisos faltantes.
- **Etapa de preparación del sitio y construcción**: la preparación del sitio corresponde a la limpieza del terreno natural, instalación de obras provisionales, el desmonte y despalme para dar paso a las actividades constructivas de la cimentación, subestructura y superestructura del puente, la formación y compactación de los terraplenes de los accesos para su posterior pavimentación, pintura y señalamiento vertical y horizontal. Tiempo requerido, 6 meses, se recomienda en época de estiaje, en inicios del mes de noviembre hasta abril-mayo.
- **Etapa de Operación y Mantenimiento:** Se estima una operación de 50 años con su mantenimiento rutinario.

Considerando lo anterior se requiere un tiempo de autorización de **7 años para la realización del proyecto**

En el capítulo II se presenta el cronograma de actividades.

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Comunicaciones y Transportes Centro SICT Oaxaca

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

SCT051121IB4

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El representante es el C. Ing. José Luis Chida Pardo, en su carácter de Director General del Centro SICT Oaxaca

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

Para los efectos de tránsito de información se tiene como domicilio el ubicado en Carretera Cristóbal Colón, km. 6.5 Tramo Oaxaca – Tehuantepec, Edificio B, Piso 1, Col. Del Bosque Norte C.P. 71244, Santa Lucía del Camino, Oaxaca.

1.3. RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

1.3.1. Nombre o razón social

GSM, Supervisión, Proyecto e Impacto Ambiental, S.A. de C.V.

1.3.2. Registro federal de contribuyentes

[redacted]

1.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

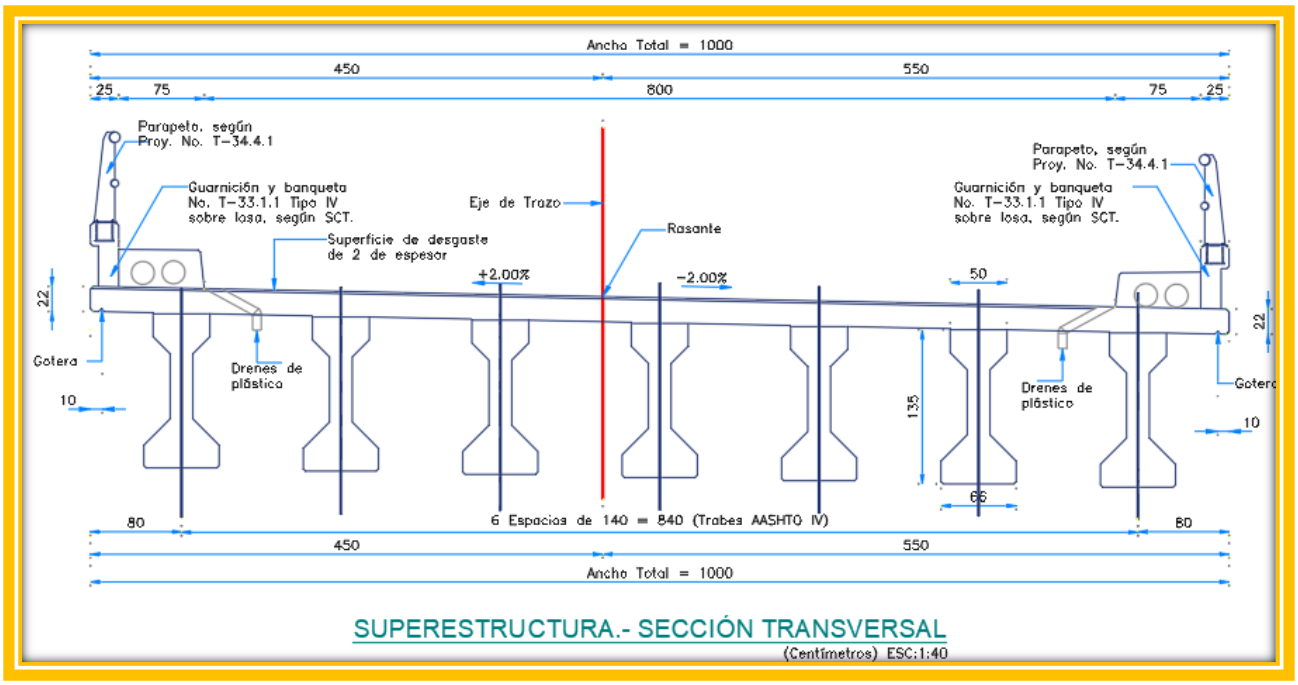
Biol. Miriam Cristina González Garrido, cédula profesional **4857154**.

1.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPITULO 2. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.



SUPERESTRUCTURA.- SECCIÓN TRANSVERSAL
(Centímetros) ESC:1:40

Contenido

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9
2.1 Información general del proyecto 9
2.1.1 Objetivos y Justificación 9
2.1.2 Antecedentes 11
2.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 14
2.1.4 Inversión Requerida 20
2.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 21
2.1.5.1 Obras provisionales 21
2.2. Características particulares de proyecto 26
II.2.1 Dimensiones del proyecto 26
2.2.3 Representación gráfica regional 31
2.2.4 Representación gráfica local 32
2.3.1 Delimitación de zona federal. 33
2.2.2 Programa general de trabajo 34
2.4. Descripción de las actividades 35
.4.1 Preparación del sitio 35
2.4.2 Etapa de Construcción 36
2.4.3. Personal e insumos. 42
2.4.4. Etapa de operación y mantenimiento. 45
2.4.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 45
2.4.6 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 45
2.4.7 Identificación y clasificación de los residuos. 46
2.4.8 Residuos sólidos urbanos. 46
2.4.9 Residuos de tratamiento especial. 48
2.5 EMISIONES A LA ATMOSFERA Y GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO. 53

Figura 2. 1 Perfil del arroyo Nisavía 13
Figura 2. 2 Ubicación del sitio del proyecto 15
Figura 2. 3 Ubicación de los predios propuestos para el sitio de obras provisionales 23

Figura 2. 4 Datos del proyecto. 27
Figura 2. 5 Perfil detallado 27
Figura 2. 6 Planta general 28
Figura 2. 7 Cargas vivas 29
Figura 2. 8 Regiones de Oaxaca 31
Figura 2. 9 Municipios que conforman el distrito de Tehuantepec 32
Figura 2. 10 Representación gráfica local 33
Figura 2. 11 Delimitación zona federal 34
Figura 2. 12 Ejemplo de señalamiento de protección de obra. 36
Figura 2. 13 Municipios que no contaron con servicio de recolección de residuos, según prácticas para deshacerse de ellos 47
Figura 2. 14 Ejemplo de contenedores rotulados 51
Figura 2. 15 Inventario Estatal de Emisiones, 2016 54
Figura 2. 16 Inventario Estatal de GEI 2013. (Gg CO2eq/año) 55

Tabla 2. 1 Clasificación Comisión Nacional del Agua. 11
Tabla 2. 2 Coordenadas Métricas del trazo del puente, Proyección UTM, Datum WGS84, Zona 14 N 15
Tabla 2. 3 Inversión por Partida 20
Tabla 2. 4 Medidas de mitigación 20
Tabla 2. 5 Obras provisionales del proyecto 21
Tabla 2. 6 Ubicación y superficie de predios propuestos para patio de maquinaria 23
Tabla 2. 7 Especificaciones del proyecto. 26
Tabla 2. 8 Superficies de obra 29
Tabla 2. 9 Superficies del proyecto. 29
Tabla 2. 10 Programa general de trabajo 34
Tabla 2. 12 Cadenamiento donde se construirán los terraplenes 39
Tabla 2. 13 Señalamiento 42
Tabla 2. 14 Requerimiento de personal para la realización del proyecto. 42
Tabla 2. 15 Requerimiento de personal para la realización del proyecto. 43
Tabla 2. 16 Consumo estimado de agua 44
Tabla 2. 17 Generación y recolección de residuos para el estado de Oaxaca 47
Tabla 2. 18 Estimado de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) 47
Tabla 2. 19 Requerimiento de personal para la realización del proyecto. 50
Tabla 2. 20 Identificación de emisiones a la atmósfera. 53

Fotografías 2. 1 Cruce existente y usuarios 10
Fotografías 2. 2 Paso peatonal para cruzar el arroyo Nisavía 10
Fotografías 2. 3 A. Esquema de ubicación de la estructura, sobre el arroyo Nisavía. B. Medición del ancho de 10 m. 16
Fotografías 2. 5 Ejemplo de almacén de residuos 52

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Información general del proyecto.

El proyecto se refiere a la construcción de una nueva obra de infraestructura vial, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec del municipio de Guevea de Humboldt, en el estado de Oaxaca. Actualmente no existe alguna estructura para el cruce vehicular del arroyo Nisavía, por lo que se requiere construir un puente que cumpla con las necesidades de seguridad para los usuarios y con los lineamientos normativos vigentes de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte, SICT. Se considera un proyecto de 128.74 m de longitud, de los cuales la estructura contará con 48.74 m, el acceso uno con una longitud de 40 m y el acceso dos también con 40.0 m, contará con dos carriles de circulación de 3.50 m de ancho y 4.5 m respectivamente, sin acotamientos, banquetas de 0.75 m a ambos lados y parapetos a cada lado de 0.25 m, para un ancho total de la estructura de 10.00 m.

2.1.1 Objetivos y Justificación

Objetivos

Los objetivos para la realización del presente proyecto son:

- Facilitar el desplazamiento de personas de las comunidades de Xicalpextle, Nizavía y Guevea de Humboldt, así como el transporte de productos a otros lugares.
- Incrementar el número de caminos rurales comunicados.
- Evitar que en la época de lluvias queden incomunicada la localidad e Xicalpextle.

La infraestructura carretera siempre se ha considerado una variable que detona el desarrollo y crecimiento de poblaciones aisladas y con deficiencia en su calidad de vida. Es importante reconocer que los caminos modernizados mejoran diversos factores socioeconómicos dentro de las poblaciones.

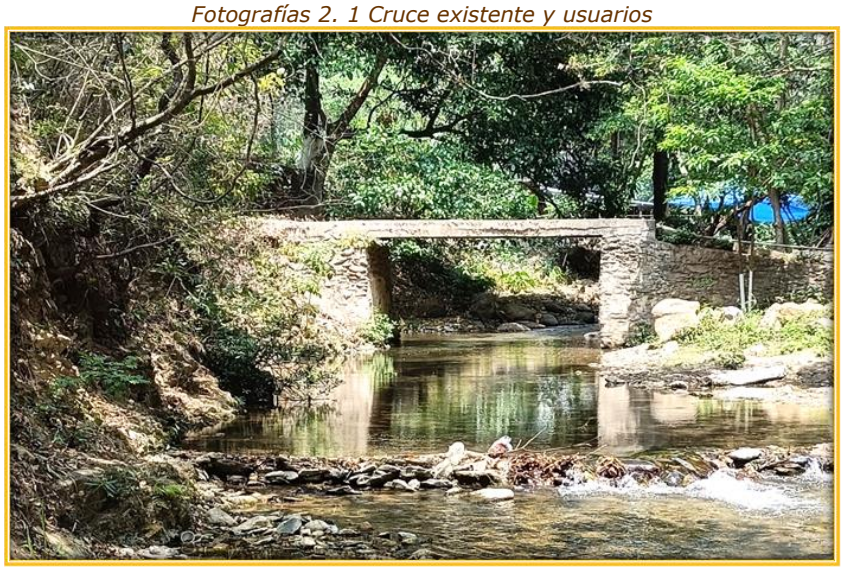
Justificación

Dentro del sistema carretero nacional, los puentes han jugado un papel determinante en el desarrollo de la ingeniería de caminos con el objetivo principal de dar seguridad a los usuarios. La construcción del puente vehicular "Guevea de Humboldt" responde a la necesidad que el camino sea una vía de comunicación continua para la comunidad de Xicalpextle y otras usuarias de este camino como Nisavía y Guevea de Humboldt, para poder acceder a polos de desarrollo de la región. En el km 1+796.36 del camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec se cruza el arroyo denominado "Nisavía", el cual en temporada de lluvias aumenta su caudal, por lo cual se dificulta o inhabilita el paso vehicular, por lo tanto la transportación de personas, bienes y servicios, toda vez que actualmente solamente existe 12 m río arriba una estructura sencilla para el paso peatonal, por lo que se requiere construir un Puente Vehicular que brinde la seguridad requerida en todos los periodos del año.

Las actividades que se realizarán para construir el puente no son consideradas riesgosas.



Fotografías 2. 1 Cruce existente y usuarios



Fotografías 2. 2 Paso peatonal para cruzar el arroyo Nisavía

2.1.2 Antecedentes

El diseño y ubicación del puente se basa en diferentes estudios y trabajos preliminares, así como busca reducir los costos de construcción, y que la propuesta sea la idónea desde la elaboración del proyecto.

Entre los estudios preliminares tenemos:

- Estudios Topo-Hidráulicos
- Definición del cruce óptimo
- Estudio geotécnico y mecánica de suelos
- Propuesta de solución de la geometría de los accesos del camino al puente.

Todo respecto a las características geométricas del puente debe estar fundamentado directamente a su funcionamiento, es decir, al ubicarlo se deben considerar las corrientes superficiales, en su caso conocer el funcionamiento hidráulico del arroyo a cruzar (Nisavía). Los estudios hidráulicos son base para establecer niveles y gastos de diseño, las longitudes mínimas del claro, así como el espacio libre vertical mínimo a dejarse entre el nivel de aguas de diseño (NADI) y el lecho inferior de la superestructura. El área hidráulica necesaria determinará la longitud del puente, así como la ubicación de su cimentación y/o subestructura. También se consideran las velocidades del agua donde se localizará el puente, para prever un posible fenómeno de socavación, con el fin de evitar este tipo de problemáticas no se generarán cambios en el cauce principal del arroyo, para no alterar su curso normal y evitar remansos, velocidades altas, entre otras cosas.

Asimismo, se presenta la tabla contenida en el oficio B00.7.395 de la CONAGUA para referencia:

Tabla 2. 1 Clasificación Comisión Nacional del Agua.

Puentes Carreteros para el paso de corrientes visualizadas en el simulador de flujos de agua de cuencas Hidrográficas (SIATL)			
Estructura	Tipo de vialidad	Localización geográfica	Periodo de retorno Tr (años)
En caminos locales que comunican poblados de menos de 100 000 habitantes	Carretera Estatal o municipal	1	25
		2	50
En caminos regionales que comunican poblados de más de 100 000 habitantes y hasta 500 000 habitantes	**Jurisdicción Federal C, D**	1	50
		2	**100**
En caminos primarios que comunican poblados de más de 500 000 habitantes	Jurisdicción Federal ET, A, B	1	500
		2	1,000
Cualquier tipo de camino localizado en una llanura de inundación en altiplano o depresiones		1	100
		2	500
Cualquier tipo de camino localizado en una llanura de inundación costera		1	500
		2	1,000
1 Zona de altiplano o zona deshabitada 2 Zona costera o **zona habitada**			

Estudio Topohidráulico y definición del cruce óptimo

Los estudios previos la topografía se centraron en dos partes, primero la del comportamiento topo-hidráulico del puente para determinar en esta etapa pendientes claves dentro del cauce, así como las secciones transversales del cauce necesarias para hacer el modelo hidráulico más acertado y así tener un mejor comportamiento en el puente, con muestreos de secciones 200 m aguas abajo y 200 m aguas arriba del punto de análisis. Y en segunda parte, la topografía aplicada a la ubicación correcta del puente, ubicación de la superestructura y subestructura en relación a la rasante del camino, trazo estribos, desplantes entre otras cosas y/o elementos del puente.

Se elaboró el estudio Topohidráulico con el punto de revisar desde el punto de vista hidráulico e hidrológico la obra de drenaje que actualmente resuelve el cruce del puente, con la corriente del "Rio Nido" y proporcionar las recomendaciones de velocidad de la corriente, nivel de agua y el gasto de diseño asociado a un periodo de retorno de 500 años para elaborar en caso de ser necesario el proyecto estructural de la obra actual. Resultando lo que se presenta en los siguientes párrafos:

La corriente nace a ***9.84*** *km del sitio del cruce y* ***No*** *provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de* ***18.39 km²*** *y pertenece a la Región Hidrológica* ***No. 22*** *, según clasificación de la SARH. En la zona de cruce, la vegetación se puede clasificar como* ***Agrícola y Forestal*** *y la topografía* ***es lomerío fuerte****.*

El cauce en la zona del cruce es: ***Encajonado y sensiblemente recto***

El escurrimiento es de carácter: ***Perenne***

Tipo y longitud máxima de los cuerpos flotantes: ***Arboles de hasta 3.5 m de longitud***

El periodo de lluvias en la región comprende los meses de ***mayo a octubre*** *.*

La precipitación media anual es de ***1300.0 mm.***

Geología superficial del fondo: ***Roca metamórfica***

En la margen izquierda: ***Roca metamórfica***

En la margen derecha: ***Roca metamórfica***

*El eje de trazo cruza en dirección :****normal***

Ángulo de esviajamiento: ***15°***

Nivel de aguas mínimas: ***No se determinó,***

Nivel de aguas máximas ordinarias: ***No se determinó***

Nivel de aguas máximas extraordinarias : ***Elev. = 540.5 msnm***

Método aplicado: ***HEC RAS y Sección Pendiente***

Secciones levantadas: ***10 aguas arriba y 10 aguas abajo***

Fecha de la creciente máxima que se consideró: ***Octubre del año 2013****.*

…3

Gasto obtenido: ***131.0 m³/s;***

velocidad media: ***2.0 m/s en el cruce.***

Frecuencia del evento: ***500 años****; duración de la creciente* ***32.92 minutos.***

Después de realizados los estudios hidráulico e hidrológico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por medio del estudio hidrológico, mediante la aplicación del método HUT, el cual resultó de ***QDi 131 m³/s*** *, asociado a un período de retorno de 500 años.*

Para drenar el gasto de diseño, el puente deberá tener una ***longitud mínima de 40 m****, se debe elevar la rasante y ampliar el área hidráulica.*

Se recomienda como alternativa la construcción de un puente con una longitud mínima a reserva de conciliar con el proyecto geométrico de 40.0 m, con una modificación de rasante que permita contar con un espacio libre vertical entre el NADI de diseño (Elev. = 541.9 m) y la parte inferior de la superestructura de la obra propuesta de 2.0 m mínimo. La velocidad máxima bajo la obra se estima será de 2.0 m/s

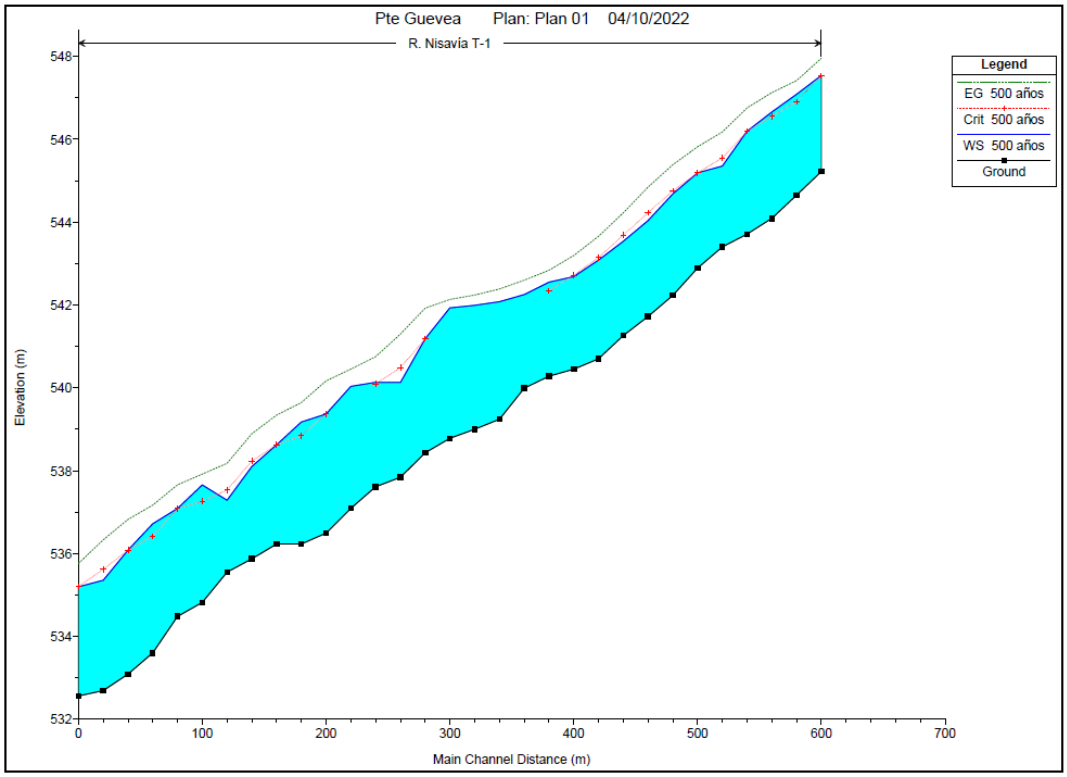


Figura 2. 1 Perfil del arroyo Nisavía

Estudio Geotécnico y de mecánica de suelos

Para llevar a cabo los análisis geotécnicos para resolver la cimentación de este puente se estableció una estratigrafía de cálculo, una para todos los apoyos, que coinciden con las características de los sondeos realizados, la cual contiene todos los datos y propiedades del subsuelo. Para la cimentación del puente Guevea de Humboldt, se llevaron a cabo dos sondeos identificados como S-1, y S-2 los

cuales alcanzaron una profundidad de 10.00 m, con la finalidad de poder determinar la cimentación más adecuada para esta estructura.

En todos los sondeos se llevó a cabo un muestreo representativo obteniendo muestras alteradas mediante el muestreador del penetrómetro estándar.

Para el caso del apoyo del sondeo 1 y 2 se concluye que hay baja capacidad de carga, hasta los 3.6 m de profundidad, de ahí en adelante, se concluye que se debe empotrar la pila 4.40 m en el estrato resistente, por lo que se debe analizar implementar cimentación profunda mediante pilas coladas en sitio a 7.0 de profundidad mínimo.

Para consultar los estudios topohidráúlicos y geotécnicos, ir al apartado VIII.9.2 (Proyecto Ejecutivo/ Informe General y Estudio de Mecánica de suelos).

Los Reglamentos con que se utilizaron para el cálculo y diseño de la subestructura y superestructura son:

- Normas del IMT en su libro PRY- PROYECTO, parte 6 PROYECTOS DE PUENTES Y ESTRUCTURAS.
- Especificaciones para puentes carreteros de la American Association State Highway and Transportation Officials (AASHTO), edición 1996.
- Análisis estructural de la subestructura se realizó mediante el software SAP2000 Advanced 14.1.0 Structural Analysis Program.

Además de los estudios técnicos también se consideran criterios sociales y ambientales para definir el proyecto del puente.

Criterios Ambientales

Dentro de los criterios ambientales, la selección inicial del sitio tiene relación con la alineación del camino existente ya que esto disminuye el impacto ambiental, no se presentará cambios en la forma natural del cauce, la afectación será en la zona federal del arroyo Nisavía y en predios adyacentes.

Criterios Sociales

Dentro de los criterios socioeconómicos se consideró la población beneficiada, la necesidad de contribuir al aumento de servicios públicos al contar con una vía de comunicación los 365 días del año y por lo tanto aumento de la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones beneficiadas.

2.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

Ubicación

El Puente a construir se ubica geográficamente en el estado de Oaxaca en la Región Sierra Norte, dentro del distrito de Ixtlán, en el municipio de Guevea de Humboldt, en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 2. 2 Coordenadas Métricas del trazo del puente, Proyección UTM, Datum WGS84, Zona 14 N

Concepto	Cadenamiento	Coordenadas	
		X	Y
Cadenamiento de inicio del acceso 1	1+731.99	247,162	1,858,825
Caballete 1	1+771.99	247,152	1,858,783
Pila 2	1+796.36	247,153	1,858,759
Caballete 3	1+820.73	247,155	1,858,735
Cadenamiento final del acceso 2	1+860.73	247,169	1,858,700

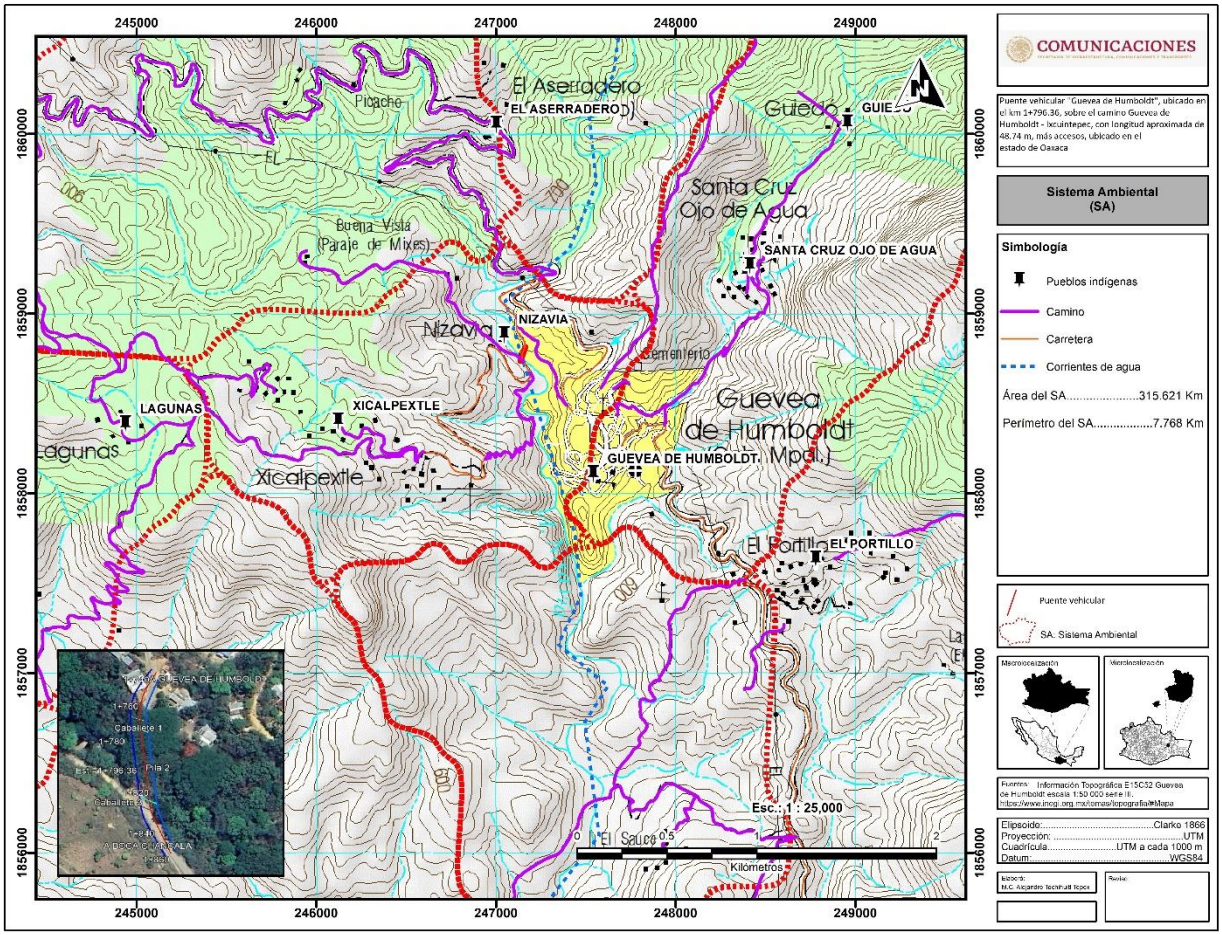
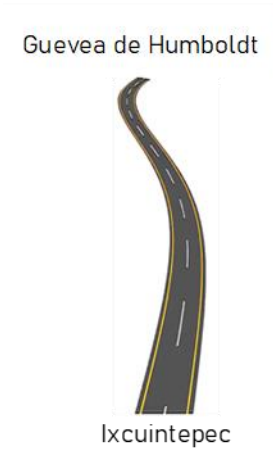


Figura 2. 2 Ubicación del sitio del proyecto



Fotografías 2. 3 A. Esquema de ubicación de la estructura, sobre el arroyo Nisavía. B. Medición del ancho de 10 m.

A continuación, se presentan las fotografías del cadenamiento del sitio del proyecto

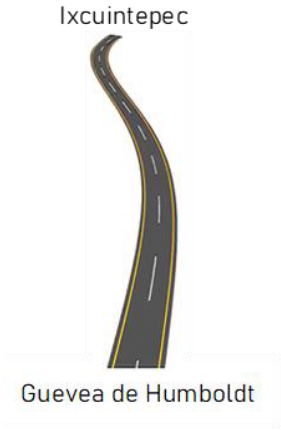

Guevea de Humboldt
Ixcuintepec


km 1+731,99
Distancia: 10.0 m


Ixcuintepec
Guevea de Humboldt


km 1+731,99
Distancia: 10.0 m

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.







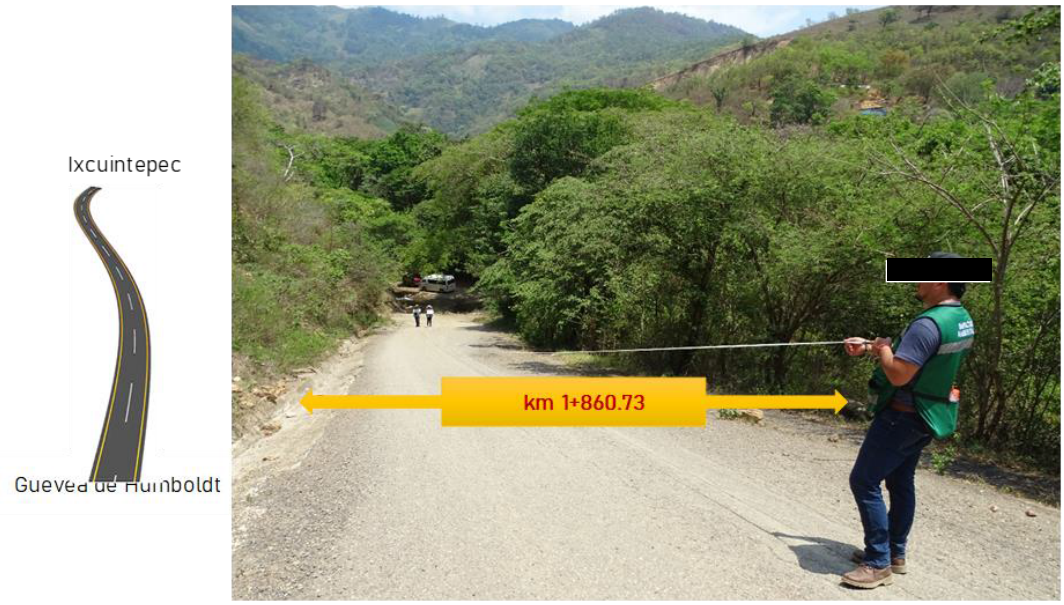









Guevea de Humboldt
Ixcuintepec
km 1+860.73


Ixcuintepec
Guevea de Humboldt
km 1+860.73

2.1.4 Inversión Requerida

Los recursos a ejercer serán de origen federal. En la tabla 2.2 se presenta el presupuesto derivado del estudio del proyecto ejecutivo, para el proceso constructivo y la implementación de las medidas de mitigación, Se estima una inversión de $ 20,091,675.41 (Veinte Millones Noventa y Un y Mil, Seiscientos Setenta y cinco Pesos, 41/100 M.N.)

Tabla 2. 3 Inversión por Partida

Concepto		Importe
Superestructura	Parapeto	$1,239,965.16
	Pilastras	$81,858.56
	Guarnición y banqueta	$259,321.48
	Losas y prelosas	$909,645.42
	Diafragmas extremos e intermedios	$11,301,593.16
	Trabes postensadas tipo AASHTO VI	$859,629.48
	Losa de acceso	$494,320.70
Subestructura	Caballetes Y Pilas	$602,116.19
	Pilas y columnas	$1,277,640.63
Accesos	Despalme y corte	$561,196.41
	Terracerías	$650,589.96
	Pavimentación	$867,547.54
	Estructuras y obras de drenaje	$18,733.64
Señalamiento	Señalamiento	$257,697.89
	Total, Proyecto Constructivo	**$19,381,856.22**
Impacto Ambiental	**Medidas de mitigación**	**$709,819.19**
	TOTAL, del presupuesto sin IVA	**$20,091,675.41**

Tabla 2. 4 Medidas de mitigación

Costo medidas de mitigación de impacto ambiental				
Descripción	**Unidad de medida**	**Precio unitario**	**Cantidad**	**Total**
Insumos (Gasolina, Diesel)	Lote	$31,500.00	1	$31,500.00
Programa de Rescate y Reubicación flora Silvestre	U	$45,040.70	1	$45,040.70
Programa de Rescate y reubicación fauna silvestre	U	$29,207.18	1	$29,207.18
Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos	u	$299,648.00	1	$299,648.00
Programa de Vigilancia ambiental	u	$13,923.31	1	$13,923.31

Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.	Lote	$7,500.00	1	$7,500.00
Capacitación ambiental a todos los trabajadores	u	$500.00	6	$3,000.00
			Total	**$429,819.19**
Personal Brigada ambiental	Lote	$280,000.00	1	$280,000.00
			Total, del presupuesto sin IVA	**$709,819.19**

2.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Debido a la cercanía con la cabecera municipal de Guevea de Humboldt, se cuenta con los servicios básicos de luz y agua potable, por lo tanto, no habrá necesidad de urbanizar el área, además se tiene contemplado contratar personal de la región. Para este proyecto solo se habilitará un área temporal para el almacén y patio de maniobras/maquinaria, igualmente se contará con una planta de luz; el servicio de sanitarios lo proporcionará una empresa contratada, ajustándose un baño portátil por cada 12 trabajadores.

2.1.5.1 Obras provisionales

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas obras que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para los trabajos de construcción del Puente Vehicular "Guevea de Humboldt". Es oportuno mencionar que el diseño y construcción temporal de estas obras quedaran a cargo de la empresa constructora asignada por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes seleccionada mediante procesos licitatorios conforme lo marca la Ley de Obras Públicas, así como las especificaciones particulares de cada una de ellas, por lo que a continuación se muestra únicamente una descripción general de las obras que se prevé se requerirá por el proyecto:

Tabla 2. 5 Obras provisionales del proyecto

Tipo de Infraestructura	Si	No	Información específica
Construcción de caminos de acceso de este proyecto.		X	No se contempla realizar caminos de acceso ya que este mismo camino, Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, se usará para el acceso de la maquinaria, acarreos y llegada de personal y material.
Almacén o centro de acopio	X		En este sitio se depositarán temporalmente los materiales a utilizar en la obra (grava, arena, piedras), que pueden sufrir pérdidas o deterioro por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinará el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo, el tamaño y materiales con que se construya. Se sugiere para la ubicación

			del almacén se ubique en terrenos desprovistos de vegetación forestal, toda vez que se prohíbe a las empresas contratistas eliminar vegetación arbórea para estos fines. En promedio la superficie requerida puede variar entre 700 y 1000 m^2.
Campamentos, dormitorios, Comedores.		X	No se construirán campamentos, ni dormitorios cercanos al área del proyecto, se recomienda rentar viviendas en Guevea de Humboldt o en Nisavía.
Planta de asfalto, planta trituradora o de concreto		X	Por la cantidad de material es rentable económicamente adquirir el material en plantas ya establecidas, sin embargo, la empresa contratista deberá solicitar una copia de autorización de la planta. Dependerá de la contratista ganadora si cuenta con una planta de concreto y una planta trituradora, si es el caso, la ubicará cerca de la obra y tramitará su permiso para su operación ante SEMARNAT.
Patio de maquinaria y taller	X		El patio de maquinaria se ubicará en un área cercana a la ubicación del puente, en un área desprovista de vegetación arbórea.
Instalaciones Sanitarias	X		Se recomienda la contratación de baños portátiles, uno por cada doce trabajadores, la recolección de los residuos generados por esta asistencia quedará a cargo de la empresa que represente el servicio de los sanitarios portátiles.
Bancos de material		X	Dependerá del contratista decidir comprar el material o habilitar un banco de material, el cual deberá contar con la autorización ambiental correspondiente.
Bancos de tiro o de desperdicio		X	La autorización ambiental que se solicita mediante esta Manifestación de impacto ambiental, modalidad, particular, no incluye banco de tiro o desperdicio, la empresa contratista deberá realizar el trámite en la SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Sostenibilidad de Oaxaca.
Planta de tratamiento de aguas residuales		X	No aplica.
Sitios para la disposición de residuos (peligrosos y no peligrosos)	X		En el patio de maquinaria deberá construirse un almacén temporal para los residuos peligrosos, con las características que marca la LGPIR.
Ductos para sustancias peligrosas		X	No aplica.
Subestaciones eléctricas		X	No aplica.
Uso de explosivos		X	Las actividades no requieren uso de explosivos.

Se ubicaron tres predios cercanos al sitio del puente para la instalación temporal del patio de maquinaria, en esta superficie también se habilitará una bodega para resguardar la planta generadora de energía eléctrica, se resguardara el material, herramienta, señalamiento, etc. y se colocaran contenedores de basura indicando los tipos de desecho de depositar cada uno, también servirá como estacionamiento mientras dure la construcción, la principal característica es que es un terreno cercano al área de construcción y que está desprovisto de vegetación forestal, tal y como se muestra en la figura 2.3., cabe mencionar que solo es una propuesta y dependerá del arreglo entre el contratista y el ejido.



Figura 2. 3 Ubicación de los predios propuestos para el sitio de obras provisionales

Tabla 2. 6 Ubicación y superficie de predios propuestos para patio de maquinaria

Polígono propuesto	Coordenadas UTM		Superficie m^2
	X	Y	
1	247181	1858627	275
	247188	1858628	
	247199	1858638	
	247201	1858643	
	247199	1858649	
	247199	1858654	
	247194	1858659	
	247193	1858650	
	247192	1858644	
	247186	1858637	

	247178	1858631	
	247181	1858627	
2	247142	1858737	400
	247145	1858736	
	247145	1858741	
	247148	1858743	
	247150	1858744	
	247146	1858747	
	247136	1858753	
	247127	1858759	
	247117	1858764	
	247109	1858770	
	247103	1858766	
	247142	1858737	
3	247082	1858721	1,400
	247098	1858702	
	247111	1858714	
	247123	1858720	
	247098	1858753	
	247089	1858748	
	247077	1858749	
	247068	1858744	
	247082	1858721	

Bancos de material

Se especifica que los bancos de materiales propuestos por el proyectista son a manera informativa, puesto que la empresa constructora que se adjudicará el contrato para la construcción del puente decidirá la compra de material o elegirá sus bancos de materiales en correspondencia a la normatividad constructiva y ambiental, demostrando la calidad de los materiales así como permisos necesarios para su explotación.

Cuadro de bancos para terracerías:

PRESTAMO DE MATERIAL PARA: TERRACERÍA, SUBYACENTE Y SUBRASANTE.				DENOMINACIÓN: "km 3+400"								
UBICACIÓN	ESTRATO		CLASIFICACIÓN	TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMETRICA					CLASIFICACIÓN PRESUPUESTO		
	No.	Espesor (m.)		PROBABLE	90%	95%	100%	ABUND.	BANDEADO	A	B	C
KM 3+400 CARR: GUEVEA DE HUMBOLD - IXCUINTEPEC D/DER 20 M	1 2	0.3 5.0	CAPA VEGETAL ARENA CON LIMOS DE BAJA PLASTICIDAD Y FRAGMENTOS DE ROCA.	DESPERDICIO DISGREGADO				1.05		100 00	00 80	00 20

DIMENSIONES	VOLUMEN	OBSERVACIONES:
LARGO: 150 ANCHO 35 m ESPESOR: 6 m	APROVECHABLE 31,500 m^3	COORDENADAS UTM X = 246919.47 m E Y = 1858137.78 m N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN





Cuadro de bancos para la estructura de pavimento:

PRESTAMO DE MATERIAL PARA: BASE HIDRÁULICA, CONCRETO HIDRAULICO Y PIEDRA PARA MEJORAMIENTO O DESPLANTE DE TERRAPLEN				DENOMINACIÓN: RIO NIZAVIA								
UBICACIÓN	ESTRATO		CLASIFICACIÓN	TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMETRICA					CLASIFICACIÓN PRESUPUESTO		
	No.	Espesor (m.)		PROBABLE	90%	95%	100%	ABUND.	BANDEADO	A	B	C
KM 47+490 DE LA AUTOPISTA: SALINA CRUZ - LA VENTOSA. D/D 4.6 KM ENTRE IXTEPEC E IXTALTEPEC (DISTANCIA DEL BANCO A GUEVEA 63.0 KM)	1 2	0.3 4.0	CAPA VEGETAL GRAVA ARENA DE RIO	DESPERDICIO BANDEADO	1.01	0.95	0.90			100 50	00 50	00 00

DIMENSIONES	VOLUMEN	OBSERVACIONES:
LARGO: 150 ANCHO 50 m ESPESOR: 4 m	APROVECHABLE 30,000 m^3	COORDENADAS UTM X = 278923.15 m E Y = 1829007.36 m N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN





2.2. Características particulares de proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

El puente tendrá dos claros de 24 metros, en virtud de que inicia en el caballete No 1. (cadenamiento km 1+771.99), pila 2 (cadenamiento Km 1+796.36 y termina en el caballete No 3 (cadenamiento km 1+820.73).

La siguiente tabla presenta las especificaciones del proyecto:

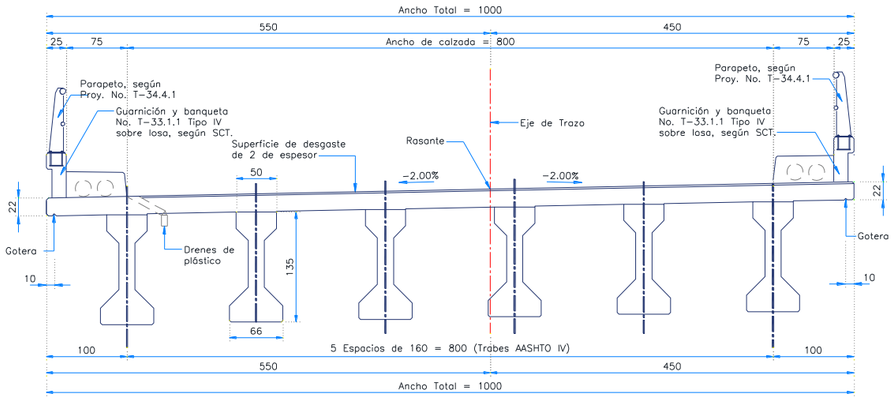
Tabla 2. 7 Especificaciones del proyecto.

Especificaciones		Proyecto
Camino Tipo		"D"
Ancho de banquetas (m)		.75 m por cada lado
Parapetos (m)		.25 m de cada lado
Longitud de la estructura (m)		48.74
Acceso 1	Longitud de losa de acceso (m)	9.16
	Longitud de camino acceso (m)	30.84
Acceso 2	Longitud de losa de acceso (m)	9.16
	Longitud de camino acceso (m)	30.84
Ancho de Derecho de Vía (m)		40
Ancho total de la superestructura (m)		10
Ancho de Corona (m)		8
Ancho de Calzada (m)		8
Línea de ceros promedio (m)		13
Número y Ancho de Carriles (m)		2 carriles, uno de 3.5 m y otro de 4.5 m
Velocidad del proyecto		30 KPH

Fuente: Proyecto ejecutivo

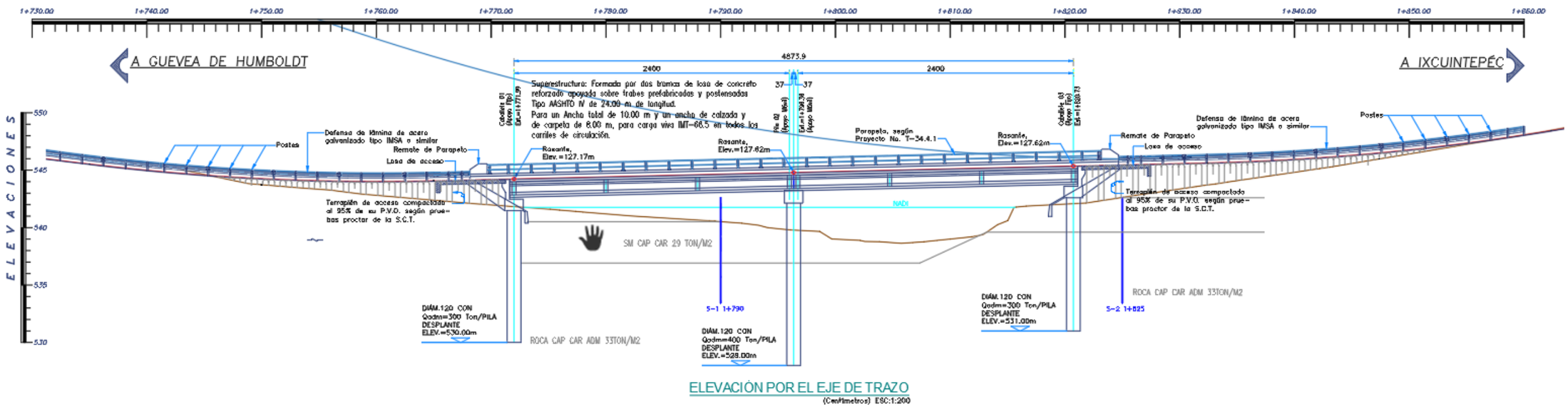
En las siguientes figuras se muestra los datos de proyecto y la sección tipo a construir.

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.



SUPERESTRUCTURA.- SECCIÓN TRANSVERSAL
(Centímetros) ESC:1:40

Figura 2. 4 Datos del proyecto.



ELEVACIÓN POR EL EJE DE TRAZO
(Centímetros) ESC:1:200

Figura 2. 5 Perfil detallado

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

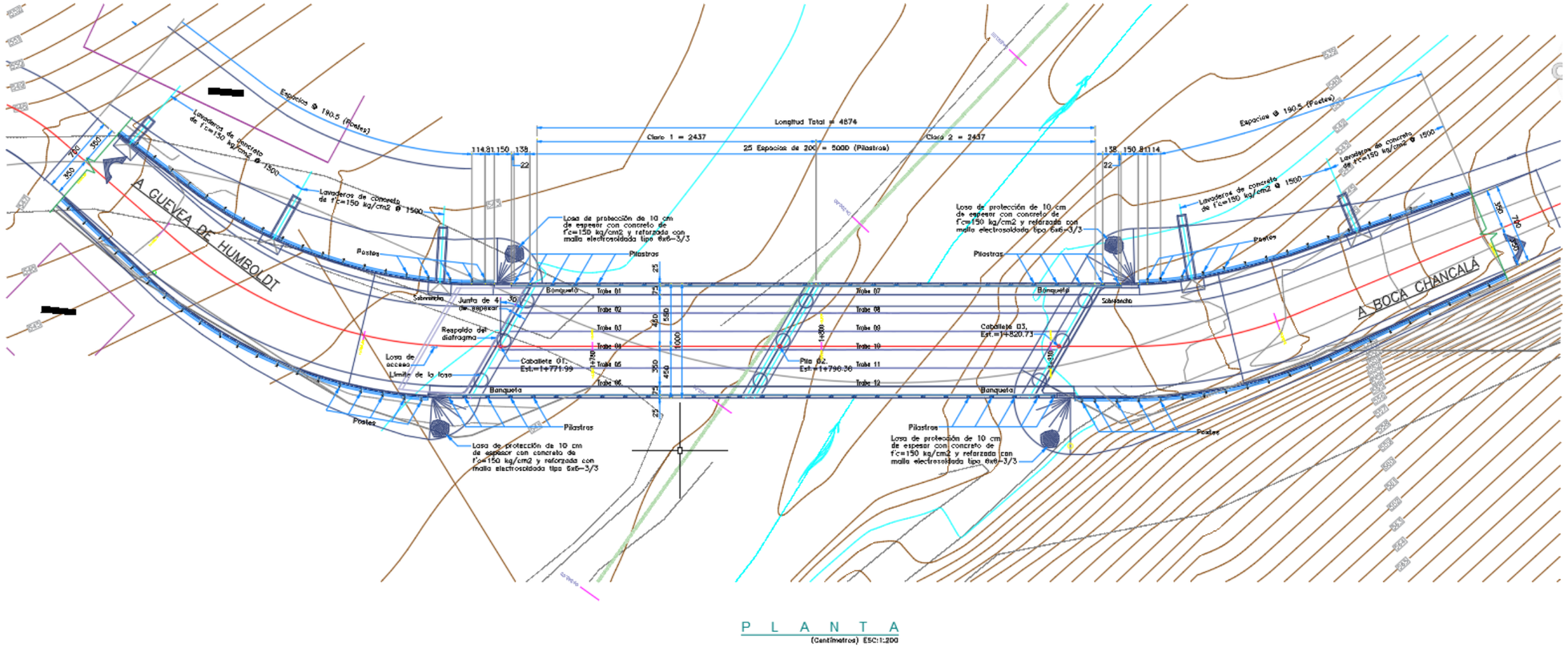


Figura 2. 6 Planta general

Para una mejor apreciación se presentan los planos en el apartado 8.9.1

El tablero fue calculado considerando dos carriles de circulación aplicando las cargas de los vehículos IMT20.5 15 m y HS-20 (36.27 ton).

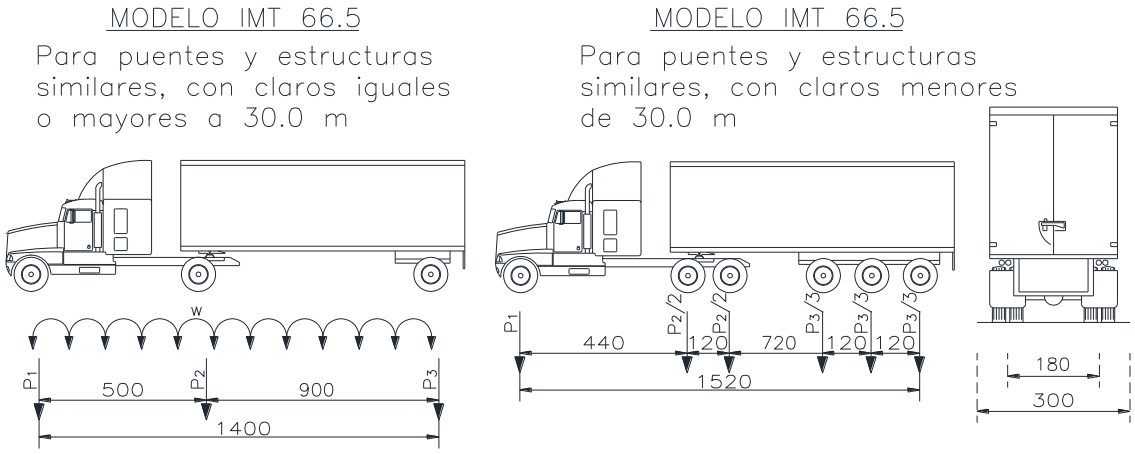


Figura 2. 7 Cargas vivas

Respecto a la superficie de obra, en la siguiente tabla se desglosan los conceptos:

Tabla 2. 8 Superficies de obra

Concepto	Descripción	SUPERFICIE	
		m²	Ha
Puente	Estructura de 10 metros de ancho y con un claro de 48.74 metros	487.40	0.0487
Línea de ceros	Acceso 1 que va del cadenamiento km 1+731.99 al km. 1+771.99	552.31	0.0552
	Acceso 2 que va del cadenamiento km 1+820.73 al km. 1+860.73	549.58	0.0550
	Total	**1589.30**	**0.1589**

La superficie de obra corresponde a la superficie afectada y requerida para las obras de construcción permanentes. Otras superficies que también son parte del proyecto se presentan a continuación

Tabla 2. 9 Superficies del proyecto.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	
		m²	Ha
Superficie de obra del proyecto	Estructura y línea de ceros de accesos	**1589.30**	**0.1589**
Superficie actual del camino que será parte del proyecto	Camino existente con un ancho promedio de 6.8 metros de ancho	**629**	**0.0629**
Superficie afectada, requerida para el proyecto	Asentamientos humanos	230.1	**0.0230**
	Ruderal y arvense	213.1	**0.0213**
	Vegetación riparia	236.0	**0.0236**
	Cercos vivos	172.1	**0.0172**
	Cauce del arroyo Nisavía	109	**0.0109**
	Total	**960.3**	**0.0960**
Derecho de Vía	Franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino.	**3,200.00**	**0.3200**
Superficie de ocupación de Zona Federal	Conforme al artículo 3 fracción XLVII de la Ley de Aguas Nacionales que dice: las fajas de 10 m de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO).	**687.4**	**0.0687**

Para la construcción del Proyecto no se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, CUSTF), considerando que parte de la línea de ceros se desarrolla sobre 629 m² del camino existente, y afecta también 213.1 m² de vegetación ruderal y arvense, 230.1 m² de asentamientos humanos y huertas , 172.1 m² de cercos vivos y 109 m² sobre el cauce del arroyo Nisavía, y solo se afectará 236 m² de vegetación de vegetación riparia, es decir 236 m² de vegetación forestal, siendo esta superficie menor de acuerdo a lo establecido en el artículo 5° inciso O) de Cambios de Uso de Suelo de Áreas Forestales , así como de selvas y zonas áridas de Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Por la línea de ceros y la colocación de la estructura se retirarán 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas, cabe mencionar que las especies son de amplia distribución en la zona además que ninguna se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El principal uso del agua del arroyo Nisavía donde se ubicará el puente es para uso doméstico, recreación y agropecuario (abrevadero).

2.2.3 Representación gráfica regional

El sitio del proyecto se localiza dentro del territorio del municipio de Guevea de Humboldt, en la Región Istmo del estado de Oaxaca, dentro del distrito de Tehuantepec.

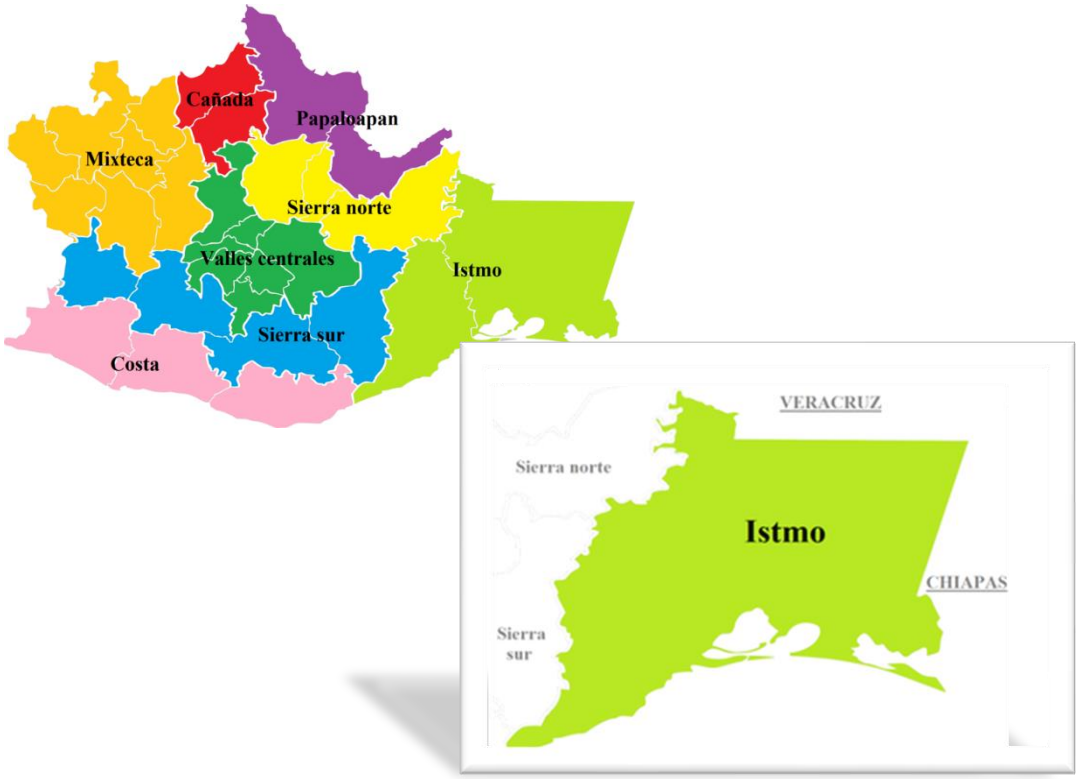


Figura 2. 8 Regiones de Oaxaca

La región del Istmo se localiza en la parte sureste de la capital del estado y limita al norte con el Distrito Mixe y el Estado de Veracruz, al sur con el Golfo de Tehuantepec, al este con el estado de Chiapas y al oeste con el Distrito de Pochutla y Yautepec; cuenta con una extensión territorial de 19,975.57 km², se conforma de los distritos de Tehuantepec y Juchitán.

De acuerdo al COPLADE, Coordinación General del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca, la región del Istmo tiene gran potencial con la industria eólica, así como condiciones favorables para la atracción de empresas agroindustriales y la ampliación de las cadenas pecuaria y apícola, y la conservación y mejoramiento de la pesca ribereña, de altura y acuacultura y para impulsar el desarrollo turístico debido a su ubicación geográfica estratégica e infraestructura portuaria que posibilita la ampliación y diversificación de la actividad industrial, comercial y de carga en torno al puerto de Salina Cruz.

Se subdivide en dos distritos: Tehuantepec y Juchitán.

El distrito de Tehuantepec se conforma de 373 localidades repartidas entre 19 municipios.

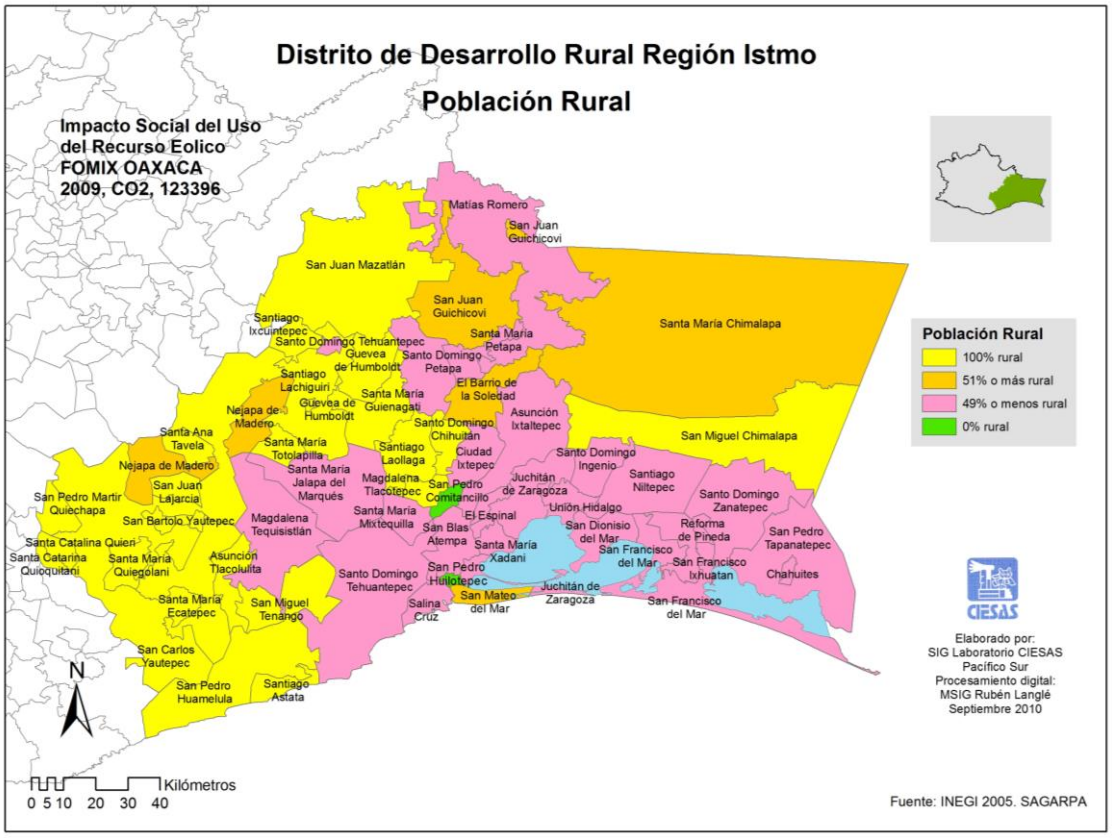


Figura 2. 9 Municipios que conforman la región del Istmo

El proyecto del puente se localiza dentro del municipio Guevea de Humboldt.

2.2.4 Representación gráfica local

El proyecto del Puente Vehicular "Guevea de Humboldt", inicia en el km 1+729.27 y finaliza en el km 1+865.97 del camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, en el cruce del arroyo Nisavía, aproximadamente a 1.796.36 km de distancia de la cabecera municipal de Guevea de Humboldt.

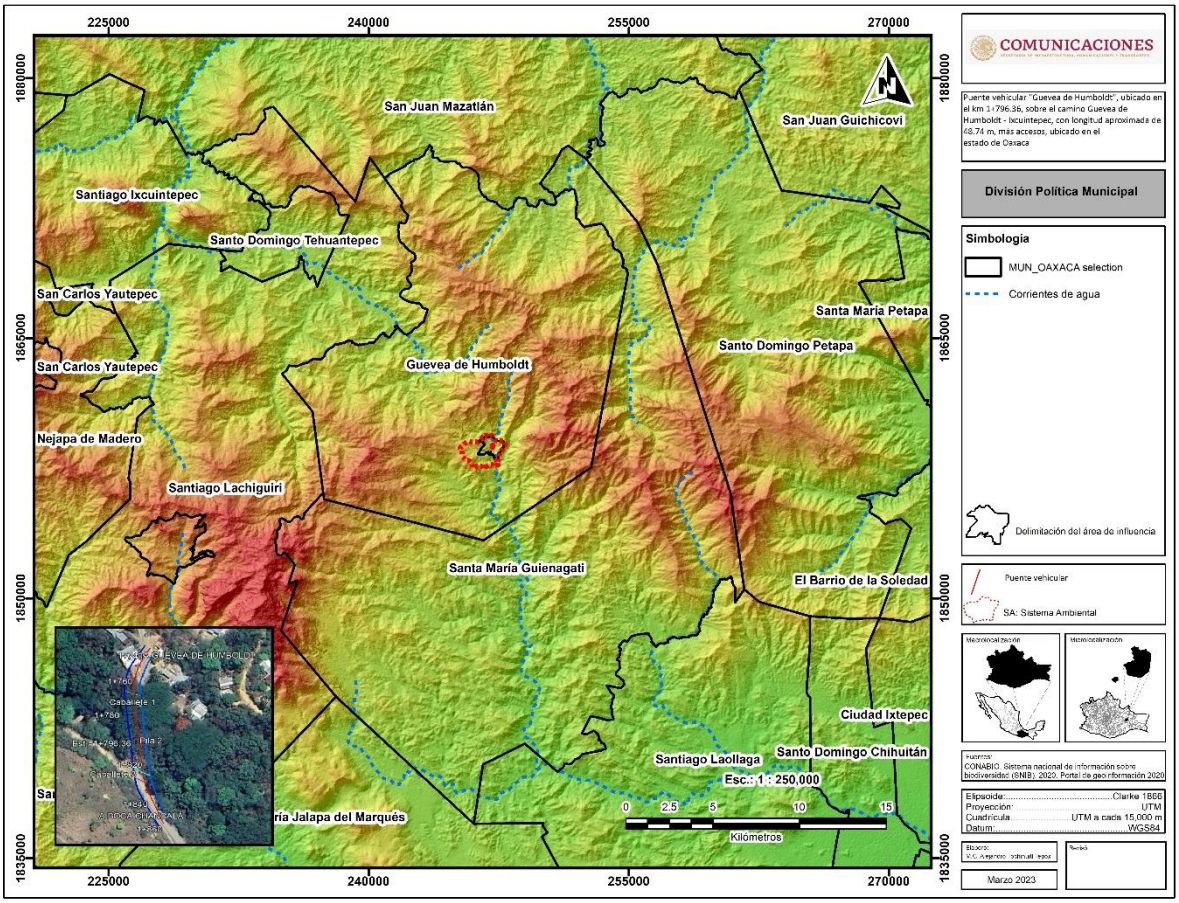


Figura 2. 10 Representación gráfica local

2.3.1 Delimitación de zona federal.

Los ríos y arroyos tienen una gran misión en el ciclo hidrológico y en la preservación de ecosistemas y el desarrollo social, ya que son el medio para encauzar y conducir el agua que precipita y escurre, por los que proveen a los seres vivos un acceso al agua, alimento, producción, comunicación, etc. Sin embargo, en temporadas de lluvias, cuando estos existen en los accesos o en general en vías de comunicación entre localidades, hacen difícil que los habitantes puedan transportarse con comodidad de un lugar otro por lo cual deben de construir infraestructura que permita libre movimiento, esto claro sin impactar de gran manera el entorno o lugar en donde transitan.

Partiendo de la zona federal de un cause con el artículo 3 fracción XLVII de la Ley de Aguas Nacionales que dice: las fajas de 10 m de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO).

El Arroyo Nisavía se realizó el levantamiento de 600 metros, 300 metros aguas arriba y 300 aguas abajo con base a los estudios topo hidráulicos, para definir el NAMO y la zona federal, esto con el fin de verificar la vialidad técnica de la construcción del puente, disminuir daños y riesgos para los inmuebles aledaños y evitar asentamientos humanos sobre la zona.

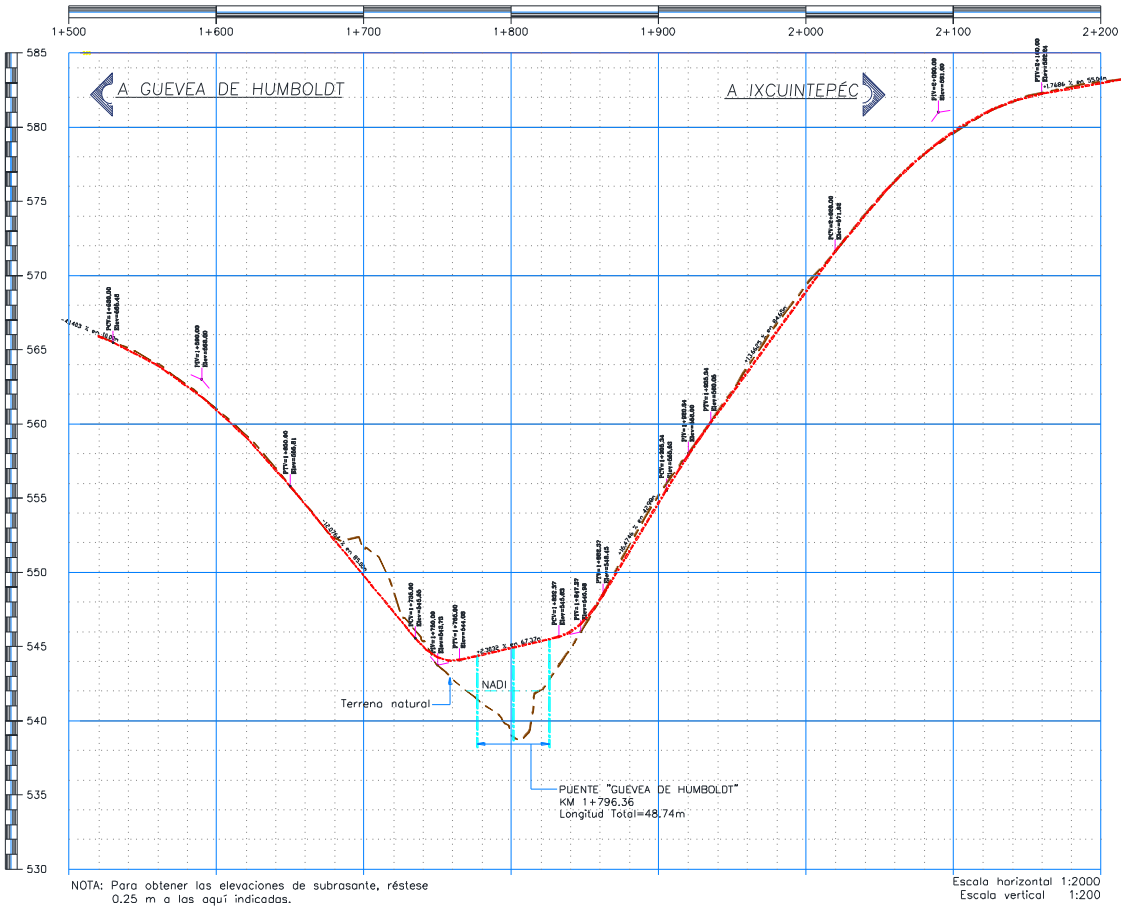


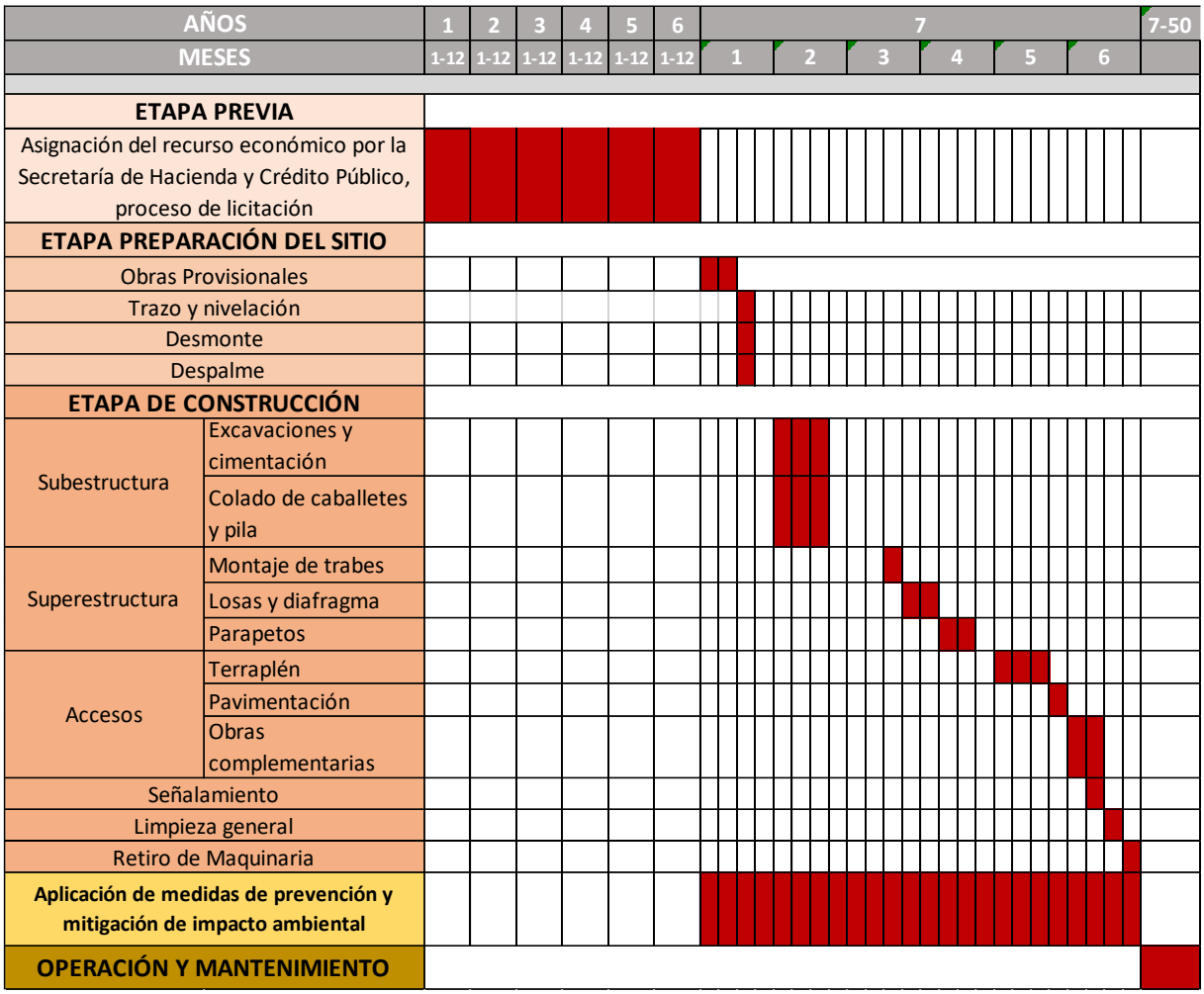
Figura 2. 11 Delimitación zona federal

2.2.2 Programa general de trabajo

Se consideran las siguientes etapas que conforman el proyecto:

- **Etapa previa**: Se refiere a la aprobación y asignación del recurso económico para desarrollar el proyecto por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se tiene presupuestado ejecutar la obra en el año fiscal 2025, sin embargo, se considera **1 a 6 años** tomando en cuenta los cambios en los procesos administrativos y asignación de recurso económico, así como el proceso de licitación para la selección de la empresa contratista y la obtención de permisos faltantes.
- **Etapa de preparación del sitio y construcción**: la preparación del sitio corresponde a la limpieza del terreno natural, instalación de obras provisionales, el desmonte y despalme para dar paso a las actividades constructivas de la cimentación, subestructura y superestructura del puente, la formación y compactación de los terraplenes de los accesos para su posterior pavimentación, pintura y señalamiento vertical y horizontal. Tiempo requerido, 6 meses, se recomienda en época de estiaje, en inicios del mes de noviembre hasta abril-mayo.
- **Etapa de Operación y Mantenimiento:** Se estima una operación de 50 años con su mantenimiento rutinario.

Tabla 2. 10 Programa general de trabajo



2.4. Descripción de las actividades

4.1 Preparación del sitio

Instalación de patio de maquinaria y almacén

Las obras provisionales a construir son una bodega para el almacenamiento de herramientas y maquinaria pequeña que de lo contrario al quedar en la intemperie pueda sufrir deterioros; así como una oficina de campo; dichas obras provisionales serán construidas en el patio de maquinaria.

Señalamiento de protección

Antes de iniciar cualquier trabajo deberán ser colocados todos los elementos y dispositivos requeridos del señalamiento de protección de obra, así como los uniformar a los trabajadores en obra. La constructora colocará señalamiento nocturno y diurno para que los usuarios estén informados de que en el lugar se lleva la construcción del puente y sus accesos, lo anterior para evitar un accidente.

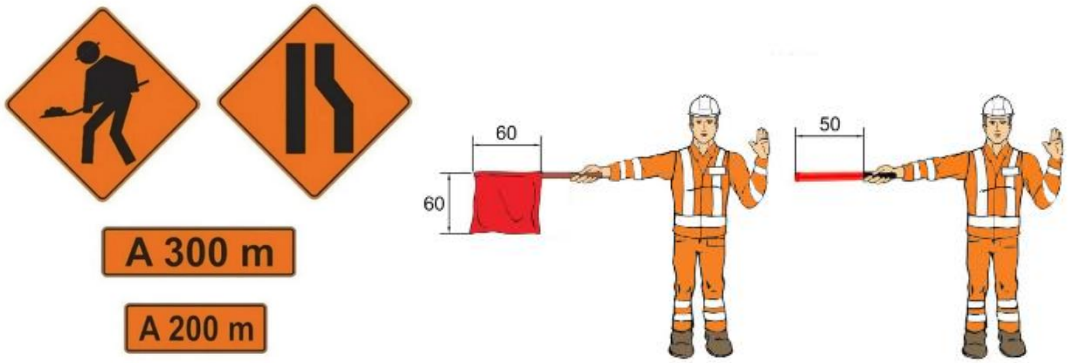


Figura 2. 12 Ejemplo de señalamiento de protección de obra.

Trazo y nivelación

La delimitación del área topográfica en función a la planta general, donde se especificarán los frentes de trabajo y los sentidos del tránsito de la maquinaria a utilizar, se trazará en campo los principales elementos, sobre todo del eje donde se realizará la construcción y algunos de los puntos característicos se ubicarán a objetos más o menos permanentes que puedan servir de base en el proceso constructivo. Este trabajo lo ejecutará una brigada topográfica equipada con una estación total.

Apoyados en el eje del trazo se delimitará el proceso constructivo, con cada uno de los diferentes grupos de trabajo, especializados en cada proceso.

Desmonte y despalme

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en las áreas donde se llevarán a cabo los trabajos de construcción y que está delimitada por la línea de ceros. Para este proyecto se requiere la tala de 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas. La eliminación de árboles y arbustos, la roza de hierba y el desenraice se realiza por medios manuales y mecánicos, no se utilizará fuego o químicos para estas actividades.

El producto que pueda considerarse maderable, será entregado al comité de obra, designado por el agente municipal de Guevea de Humboldt.

El despalme se refiere a la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la SICT, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Se estima un volumen de 1,265 m^3 de suelo producto del despalme. Este material se acamellonará y se cubrirá con un plástico para evitar su dispersión, se humedecerá una vez a la semana y también será utilizado en la reforestación y arropar los taludes de los terraplenes.

2.4.2 Etapa de Construcción

Excavaciones

Se coloca mediante equipo topográfico los ejes de apoyo de los caballetes, para marcar las zonas donde se comenzará a excavar (**actividad que se recomienda realizar en época de estiaje**) siguiendo la excavación en los caballetes hasta llegar al nivel de desplante de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto (para una mejor apreciación se presentan los planos en el apartado 8.9.1);

Se estima un volumen de excavación en cajas:

- para estructuras de caballetes: 113.5 m^3
- para pila: 35 m^3

Parte del material producto de la excavación será dispuesto en gaviones para hacer represas en las bases de los estribos.

Construcción de caballetes

Se coloca mediante equipo topográfico los ejes de apoyo de los caballetes, para marcar las zonas donde se comenzará a excavar (**actividad que se recomienda realizar en época de estiaje**) siguiendo la excavación en los caballetes hasta llegar al nivel de desplante de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto, seguido de la nivelación del terreno para la construcción de la cimentación; habilitando y llevando a cabo el armado de acero para la zapata y cuerpo del caballete.

Siguiendo con el colado de concreto en zonas de construcción de zapata y cuerpo; una vez alcanzada la resistencia a compresión de diseño de concreto se retirará la cimbra realizando el relleno y la compactación en zona posterior del caballete.

Construcción de estribos y pila

Posterior a la excavación se continua con el colado de concreto en zonas de construcción de zapata y cuerpo; una vez alcanzada la resistencia a compresión de diseño de concreto se retirará la cimbra realizando el relleno y la compactación en zona posterior de estribos. En los cuerpos de los caballetes se procede al armado de corona, muro de respaldo, ménsula, bancos de apoyo y topes sísmicos, armado y habilitado de cimbra, aplicando un aditivo para lograr una correcta adhesión entre el concreto existente y el concreto nuevo.

Construcción y montaje de trabes pretensadas

La fabricación de trabes se realizará en un patio cercano a la obra, realizando esta actividad simultáneamente con los trabajos de construcción de subestructura.

Dicha actividad consiste en el habilitado y armado de cimbra, habilitado y armado del acero de refuerzo de las trabes, se colocan ductos y anclajes para los cables de presfuerzo de las trabes, colado y vibrado del concreto de las trabes dejando las preparaciones para cajas de tensado, instalación y tensado de cables de presfuerzo una vez alcanzada la resistencia a la compresión indicada en planos, así como el sellado de cajas de anclaje.

Se colocarán los apoyos de neopreno y se procederá al montaje de trabes prefabricadas.

La fabricación de trabes se realizará en un patio cercano a la obra, realizando esta actividad simultáneamente con los trabajos de construcción de subestructura.

Dicha actividad consiste en el habilitado y armado de cimbra, habilitado y armado del acero de

refuerzo de las trabes, se colocan ductos y anclajes para los cables de presfuerzo de las trabes, colado y vibrado del concreto de las trabes dejando las preparaciones para cajas de tensado, instalación y tensado de cables de presfuerzo una vez alcanzada la resistencia a la compresión indicada en planos, así como el sellado de cajas de anclaje.

Montaje de trabes:

Limpieza en zona de coronas de los caballetes, se colocan los apoyos de neopreno y montaje de trabes prefabricadas.

Construcción de losas y diafragmas

En esta etapa se habilitan andamios, pasarelas y cualquier otro dispositivo o equipo que permita el acceso a las zonas en donde se va a trabajar; una vez que se haya colocado la trabe; se escarifica el área de contacto en zona de diafragmas, posteriormente se realizan las perforaciones correspondientes en las 18 trabes AASHTO VI para el paso de los cables para el presfuerzo, habilitado y armado del acero de refuerzo para diafragmas en zonas de ampliación, instalación de ductos y anclajes para cables de presfuerzo de diafragmas además de las preparaciones para la colocación del presfuerzo, habilitado y armado del acero para diafragma y losa, habilitado y armado del acero de refuerzo de la ampliación de losa dejando las preparaciones para la guarnición, banqueta y remates, también se deben de dejar las reservaciones para la junta de calzada y los drenes, se aplicara un aditivo para unir el concreto.

Realizar el colado monolíticamente entre diafragmas y losa dándole a esta las pendientes correspondientes, dejar las preparaciones para cajas de tensado, se retira la cimbra, alcanzara la resistencia del concreto en la losa colocar y tensar los cables de presfuerzo de los diafragmas, corte de torón excedente (puntas) y posteriormente sellado de las cajas de los anclajes.

Construcción de guarniciones, parapetos y banqueta.

Habilitado y armado de acero de refuerzo de las guarniciones banquetas y remates de parapetos, posteriormente se colocan y se nivela las anclas que quedaran ahocadas y las placas para la colocación del parapeto metálico.

En esta etapa se cimbra y se procede a colar las guarniciones, banqueas y remates, una vez que el concreto de los elementos anteriores tengan la resistencia requerida se colocara el parapeto metálico, armado y habilitado de las pilastras y los tubos del parapeto, después del colado todo el parapeto metálico se le aplicara una capa de pintura anticorrosiva y otra capa final de pintura de aceite color amarillo semáforo, suministro y colocación de la capa de desgaste.

Construcción de Accesos

Terraplenes

Inmediatamente después de concluida la construcción de los cortes y preparada la superficie de desplante, se procederá a la formación de los terraplenes, los cuales se definen de acuerdo a la Normativa para la Infraestructura del Transporte N-CTR-CAR-1-01-009/00, como estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener nivel de subrasante que indique el proyecto o la Secretaría, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

El volumen de terraplenes se estima de 2,743 m^3.

Tabla 2. 11 Cadenamiento donde se construirán los terraplenes

Cadenamiento	Lado
km 1+732 al 1+770	Ambos lados
km 1+820.00 al km 1+840.00	Ambos lados

El cuerpo de la Subyacente se construirá con los materiales aprobados por la contratante para terracerías con capas horizontales y de espesor adecuado al equipo de construcción, de manera que se logre el noventa y cinco por ciento (95%) de compactación de su M.V.S.M. obtenido mediante la prueba AASHTO estándar, además de los requisitos establecidos en la Tabla 1 Requisitos de Calidad de los Materiales para capa Subyacente de la Norma N-CMT-1-02/02.

Una vez terminada la construcción del cuerpo de Subyacente, se construirá la capa subrasante del espesor indicado en el proyecto, compactada al 100% de su M.V.S.M., además de los requisitos establecidos en la Tabla 1 Requisitos de Calidad de los Materiales para capa Sub-Rasante de la Norma N-CMT-1-03/02.

Para dar por terminada la construcción del terraplén incluyendo su afinamiento, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección de su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo que indique el inciso H.2 LÍNEAS Y NIVELES de la norma N-CTR-CAR-1-01-009/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA S.C.T.).

De los pavimentos.

Base hidráulica y riego de impregnación.

a). - Inmediatamente antes de iniciar la Construcción de la Base Hidráulica, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, sin irregularidades y debidamente reparados los baches que hubieran existido. No se aceptará su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Contratante. Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. Se descargará el material sobre el terraplén, en la cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva. Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para su compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previa a su transporte.

b). -Inmediatamente después se extenderá el material en todo el ancho de la Corona y se conformará de manera que se obtenga un espesor de material sin compactar uniforme. Concluida la operación de extendido, se procederá a la compactación al grado establecido en el proyecto (100% de su M.V.S.M. obtenido mediante la prueba AASHTO Modificada) para obtener el espesor indicado en el proyecto compacto de Base Hidráulica con material de Banco producto de la Trituración Total.

c). - Inmediatamente después de finalizar los trabajos de construcción de la base, se realizará lo que corresponda para llevar a cabo el riego de impregnación, de acuerdo a lo señalado en la

normativa para la infraestructura del transporte (NORMATIVA S.C.T. N-CTR-CAR-1-04-004/00 Riego de impregnación).

d). - El riego de impregnación se ejecutará con EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA para impregnación del tipo ECI-60 a razón de uno punto cinco (1.5) litros por metro cuadrado de Base Hidráulica.

Carpeta de concreto asfáltico de granulometría densa (mezcla en caliente).

a). - Inmediatamente antes de realizar el tendido de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente de los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Contratante.

b). - Inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta, se aplicará un riego de liga en toda la superficie, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-005/00 Riegos de Liga. El riego de liga se ejecutará con Emulsión Asfáltica Catiónica de Rompimiento Rápido del tipo ECR-65 a razón de cero punto seis (0.6) litros por metro cuadrado sobre la base impregnada.

c).- Una vez que el producto asfáltico del riego de liga tenga la consistencia conveniente, se procederá a construir la carpeta con el espesor compacto indicado en el proyecto, de concreto asfáltico con mezcla en caliente, compactándola al noventa y cinco por ciento (95%) de la Masa Volumétrico Máximo determinado por el laboratorio con el método Marshall, atendiendo a los procedimientos establecidos en los incisos G.7 Tendido de la Mezcla y G.8 Compactación, de la Norma N-CTR-CAR-1-04-006/09 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente.

E s p e s o r e s

a). - Los espesores que han sido indicados, corresponden a material ya compactado y al grado que en cada caso fue señalado.

Dosificaciones

a). - Como se indica en el inciso G.2 Proporcionamiento de los Materiales de la Norma N-CTR-CAR-1-04-006/09, "Los materiales pétreos, asfálticos, y aditivos que se empleen en la elaboración de las mezclas asfálticas con mezcla en caliente, se mezclarán en el proporcionamiento necesario para producir una mezcla asfáltica homogénea, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Contratante. Además, el proporcionamiento se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en caliente; para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Contratante. Este diseño será responsabilidad del Contratista de Obra".

b) Para fines de diseño de la mezcla asfáltica, el contratista de Obra deberá tomar en consideración que el cemento Asfáltico a emplear será del tipo AC-20, el cual debe estrictamente satisfacer los requisitos de calidad establecidos en las Normas N-CMT-4-05-001/06 Calidad de los Materiales Asfálticos.

Obras de drenaje menor

El proyecto no considera obras de drenaje menor, pero si obra complementaria.

Como parte de las obras complementarias de drenaje se construirán 5 lavaderos de concreto hidráulico, los cuales se ubican en los cadenamientos: km 1+734.00, km 1+.749.00, km 1+764.00 y del lado derecho km 1+833.26, km 1+848.26; Los lavaderos son canales que conducen el agua recolectada por los bordillos, cuentas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento.

Calidad de los materiales

Todos los materiales empleados en el presente proyecto, deberán de cumplir con lo señalado en el Libro CMT Características de los Materiales de la Normativa para la Infraestructura del Transporte, y en forma general serán las siguientes:

1.- Terracerías.

a). - El material utilizado en la construcción de terracerías y ampliación de la corona, deberá satisfacer los requisitos estipulados en las Normas:

N-CMT-1-01/02 Materiales para Terraplén.

N-CMT-1-02/02 Materiales para Sub-Yacente.

N-CMT-1-03/02 Materiales para Sub-Rasante.

2.- Estructuras.

a). - El cemento Portland que se utilice en la elaboración del concreto hidráulico, deberá cumplir con lo establecido en el la Norma N-CMT-2-02-001/02 calidad del cemento Portland.

b). - Los agregados pétreos que se usen en la elaboración del concreto hidráulico se sujetará a lo indicado en la Norma N-CMT-2-02-002/02 Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico.

c). - El agua para concreto hidráulico deberá satisfacer lo que menciona la Norma N-CMT-2-02-003/02 Calidad del Agua para Concreto Hidráulico.

d). - Los productos químicos para concreto hidráulico deberá satisfacer lo estipulado en la Norma N-CMT-2-02-004/04 Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico.

e). - El concreto Hidráulico deberá satisfacer lo estipulado en la Norma N-CMT-2-02-005/04 Calidad del Concreto Hidráulico.

f). - La calidad de las membranas para el curado del concreto hidráulico deberá satisfacer lo estipulado en la Norma N-CMT-2-02-006/04 Calidad de Membranas de Curado para Concreto Hidráulico.

g). - La calidad del Acero de Refuerzo para concreto hidráulico deberá satisfacer lo estipulado en la Norma N-CMT-2-03-001/07 Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico.

Señalamiento

En los lugares que indique el proyecto se colocara el señalamiento de acuerdo con las características indicas en las especificaciones particulares respectivas.

Inmediatamente después de concluida la construcción de la carpeta hidráulica, se procederá a la colocación del señalamiento vertical tal y como lo indica el proyecto.

Tabla 2. 12 Señalamiento

Concepto	Unidad	Cantidad
Marcas en el pavimento, raya lateral de carriles y laterales, con pintura convencional de 15 cm color amarillo. De ancho, por unidad de obra terminada.	Pza	300.00
Señal restrictiva SR-9 Velocidad, con un tablero de 117 cm x 117 cm, en dos postes, con película reflejante tipo B, por unidad de obra terminada	Pza	20
Marcas en el pavimento, raya central separadora de carriles y laterales, con pintura convencional de 15 cm.	m	257.48
Señal informativa de destino baja SID-11 Confirmativa, con un tablero de 40x178cm, en dos postes, con película reflejante tipo B,	Pza	4

2.4.3. Personal e insumos.

Personal.

Se estima que será necesaria la contratación de 0 personas para laborar en el proyecto, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 2. 13 Requerimiento de personal para la realización del proyecto.

Puesto	Locales	Foráneos
Residente de la Dependencia	0	1
Superintendente		1
Residente de Obra		1
Topógrafo		1
Estructurista		1
Ayudantes de topógrafo	2	
Operador de maquinaria pesada		2
Operador de maquinaria menor		3
Sobreestante		1
Cabo	1	1
Oficial colocador		2
Oficial carpintero	1	1
Oficial herrero		4
Soldador	2	2
Banderero	2	
Peón	5	
Checador	1	
Laboratorista		1
Ayudantes de laboratorista		1
Mecánico maquinaria		1
Brigada ambiental		2
TOTAL	14	26
	40	

También se crean fuentes de trabajo indirectos como son comedores y renta de casas para dormitorio o campamentos.

La cantidad de personal podrá variar dependiendo la empresa contratista que resulte ganadora del proceso de licitación.

La etapa de operación no requiere de la utilización de personal, debido a que no se realizará ningún tipo de proceso ni actividad.

La etapa de mantenimiento requerirá de la utilización de personal en una cantidad que dependerá del tipo y duración de mantenimiento que se aplique al proyecto después de que sea construido.

En la cabecera municipal de San Miguel Alóapam existe disponibilidad de mano de obra general, bandereros y checadores, en Oaxaca operadores y ayudantes.

Combustible

Los combustibles que se emplearán serán prácticamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo.

La gasolina será utilizada como combustible para los camiones de volteo, pipas de agua y camionetas de transporte personal.

El diésel será utilizado como combustible para la maquinaria pesada, como tractores y motoconformadoras y para los generadores de energía eléctrica.

Considerando los trabajos a ejecutar, la accesibilidad al sitio del proyecto, y de acuerdo a la experiencia de los ingenieros residentes en obra se estima el siguiente consumo de combustible en relación a los vehículos y maquinaria que se utilizarán:

Tabla 2. 14 Requerimiento de personal para la realización del proyecto.

Preparación del sitio			
Equipo	Programada	Combustible semanal	
		Diésel (l)	Gasolina (l)
Cargador Frontal Cat 950f	1	100	
Excavadora Cat 330d	1	100	
Pipa De Agua De 10 M^3	1	100	
Camioneta Estaquitas	1	0	80
Retroexcavadora Cat	1	80	
Camión De Volteo De 7 M3	3	300	
Camioneta PiCk up	1	0	80
Camioneta 3.5 Ton	1	80	
TOTAL	**10**	**760**	**160**
Construcción			
Cargador Frontal Cat 950f	1	100	
Excavadora Cat 330d	1	100	
Vibrocompactador	1	80	
Motocomformadora Cat	2	150	
Camioneta Estaquitas	1	0	560
Pipa de agua de 10 m^3	1	80	
Compactador de asfalto	1	100	

Retroexcavadora CAT	1	100	
Compactador vibratorio	1	100	
Tractocompactador	1	100	
Barredora frontal superior	1	100	
Planta de concreto móvil	1	100	
Planta de luz CAT potencia 900 ekw	1	100	
Trituradora portátil de trituración primaria, secundaria y de cribado	1	100	
Planta de luz trifásica	1	100	
Bomba y gatos hidráulicos	1	100	
Grúa hidráulica	1	100	
Camión volteo 7 m^3	3	100	
Vibrador de concreto	2		40
Revolvedora	1		40
TOTAL	**30**	**1970**	**600**

De acuerdo con el número de vehículos para realizar la construcción del puente durante los siete meses que se estima durarán los trabajos que se pretenden realizar, aproximadamente se consumirán:

Tipo	Volumen (lts)
Diésel	4,480.00
Gasolina	14,.400
Lubricantes	600

Los volúmenes anteriores se calcularon en función de la capacidad de los depósitos con el que cuenta cada máquina, por el tipo de trabajo a realizar por cada equipo y el tiempo necesario para agotar el volumen de cada depósito.

Agua

Se utilizará en la etapa de preparación y construcción del puente, la cual se suministrará con pipas y/o del propio Rio, para lo cual deberá solicitar autorización de CONAGUA, estimándose un volumen de 20 a 30 mil litros la cual se empleará para las actividades de compactación de terracerías y en la mezcla de los materiales (concreto) para la construcción de estructuras y protección de los taludes y/o terraplenes. El agua que se requerirá para las actividades de compactación, riegos, obras de drenaje etc. se tiene planeado tomarla del propio arroyo o bien adquirirla en pipas si el cuerpo de agua "está seco".

Tabla 2. 15 Consumo estimado de agua

Etapa	Consumo promedio diario
Preparación del sitio	1000 L
Construcción	20,000 a 30,000 L
Operación y mantenimiento (cuando sea requerido)	**300 L**

En el caso del agua potable, se obtendrá de potabilizadoras cercanas y/o comprada en garrafones de 20 L procedentes de las poblaciones cercanas, considerando un aproximado de 30 trabajadores, se requieren entre 50 a 60 L diarios.

El volumen de agua que se requerirá durante la etapa de mantenimiento dependerá del tipo y duración de mantenimiento que se aplique al proyecto después de que sea construido.

Electricidad

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

2.4.4. Etapa de operación y mantenimiento.

Operación.

El programa de operación estará representado por el uso constante y continuo del puente y del camino, esto es, las 24 horas del día, los 365 días del año, en su operación contará con señalamiento preventivo, restrictivo e informativo; con la finalidad de proporcionar al usuario seguridad en la utilización de la obra.

Mantenimiento.

Debido a las características de la vialidad del puente y del camino y considerando los materiales de construcción, se espera no llevar a cabo mantenimiento mayor en los primeros 10 años de uso. Sin embargo, se plantea efectuar un mantenimiento preventivo (periódico), que se restringe principalmente a deshierbes y bacheo.

2.4.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Debido a que se trata de un proyecto de tipo vial no se tiene previsto un abandono del sitio.

En el caso del área de maniobras, se deberá deshabilitar, dejando en las condiciones originales, por lo que es importante mencionar que se propone predios de particulares que están dispuestos a rentar sus predios y poder contar con una zona para habilitar el puente.

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

Al realizar el proyecto en la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán residuos que deberán tener un plan de manejo.

2.4.7 Identificación y clasificación de los residuos.

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada el 8 de octubre de 2003, última reforma 2021 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), un residuo de define como *Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.*

Los residuos que se generarán durante las distintas etapas del Proyecto han sido clasificados en de acuerdo a la LGPIR en:

1.- **Residuos sólidos urbanos** (RSU) se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (como los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques, por citar sólo algunos) o los que provienen de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole

2.**- Residuos de manejo especial (RME)** son aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

3.- **Residuos peligrosos (RP)** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio

4.- **Residuos Incompatibles:** Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos

2.4.8 Residuos sólidos urbanos.

En México la generación per cápita calculada fue de 0.944 kg/hab/día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 t/día., según el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que es realizado cada dos años y tiene un módulo especializado sobre la gestión de los RSU (Módulo 6 para el Censo de 2017).

La cantidad de residuos sólidos urbanos generados puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población, entre otras.

De acuerdo a la información del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD; INEGI, 2018), hasta 2016 sólo 15% de la recolección de desechos en el país era selectiva. En ese mismo año, 8 entidades federativas no realizaban recolección de este tipo.

Según el PROMARNAT, Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020-2024) en el año 2017 sólo 24 de las 32 entidades realizan recolección selectiva de RSU.

En México, se recolectan por separado 5,281 t/día de residuos, alrededor del 5% del total de los residuos recolectados; 2,062 t/días correspondientes a la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU) y 3,219 t/día a la Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FIRSU). De acuerdo con el CNGMD 2017, al cierre de 2018, 2 mil 269 municipios contaron con servicio de recolección de residuos sólidos urbanos. De los 188 que no contaron con dicho servicio, 142 reportaron que la principal práctica de la población para deshacerse de los residuos fue quemarlos. En cuanto a la recolección diaria de residuos, a nivel nacional se registró un promedio de 107 millones 055 mil 547 kilogramos, de ellos, 12.1% se recolectó de manera selectiva.

De los 2203 sitios de disposición final de residuos sólidos reportados para 2016, sólo 173 tenían infraestructura para una disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos recolectados y 2030 sitios de disposición final carecían de infraestructura para una correcta contención y control de las emisiones al aire, suelo y agua que resultan de la disposición de esos residuos.

En lo que se refiere a su disposición final, el 66.5% de los residuos son depositados en rellenos sanitarios, sin embargo, no se sabe con certeza en cuántos de ellos se cumplen las disposiciones que buscan garantizar que no existan afectaciones al medio ambiente circundante. Al cierre de 2018, 2269 municipios contaron con servicio de recolección de residuos sólidos urbanos. De los 188 que no contaron con dicho servicio, 142 reportaron que la principal práctica de la población para deshacerse de los residuos fue quemarlos.

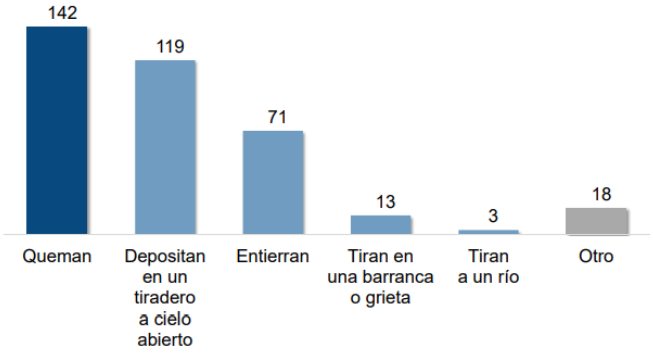


Figura 2. 13 Municipios que no contaron con servicio de recolección de residuos, según prácticas para deshacerse de ellos

En el estado de Oaxaca se genera diariamente alrededor de 2, 694 toneladas de RSU, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. 16 Generación y recolección de residuos para el estado de Oaxaca

Entidad federativa	Generación calculada (t/día)	Recolección (t/día promedio)	Promedio de cobertura (%)9
Oaxaca	3,538	1,985	56.11

Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, DBGIR, Primera edición, mayo 2020.

En la siguiente tabla se muestra la posible generación de residuos sólidos urbanos durante los trabajos de preparación del sitio y construcción (210 días), considerando un promedio de .319 kg de generación per cápita no domiciliaria (DBGIR, 2020) y un aproximado de 40 trabajadores diarios.

Tabla 2. 17 Estimado de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU)

Periodicidad	Preparación del sitio y construcción
Diario	12.76 kg
Total, de la obra	2,296.8 kg 2.3 Ton

Fuente: Elaboración propia

La contratista deberá realizar un contrato con el H. Ayuntamiento para así disponer los residuos sólidos urbanos en el tiradero autorizado.

La empresa constructora tiene prohibido disponer de los residuos sólidos urbanos en terrenos cercanos, en el río o quemarlos, para reducir la cantidad de residuos se recomienda la separación de madera, plástico, papel, aluminio, cartón, metales y orgánicos, de manera que puedan destinarse los correspondientes a empresas recicladoras de la región.

Los residuos de comida y fruta deberán depositarse en un foso en el suelo de 1 x 1 x 1 m combinando capa de residuos con tierra, al abandonar el sitio deberá rellenarse con tierra.

Los residuos que no pueden ser reciclados serán almacenados temporalmente en tambos con tapa y rótulo en el patio de maquinaria para ser llevados al tiradero municipal más cercano.

Residuos urbanos Líquidos

Los residuos líquidos que se generen de los sanitarios portátiles serán manejados a través de la empresa encargada de prestar el servicio de renta de los mismos para su tratamiento y disposición final.

2.4.9 Residuos de tratamiento especial.

La Norma NOM–161–SEMARNAT–2011 indica que se consideran residuos de manejo especial residuos específicos como son:

- Residuos de la construcción
- Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Neumáticos usados
- Autos usados al final de su vida útil

Y por otro lado se enfoca a ciertos generadores que conjuntan a muchos actores, como:

- Sector Salud
- Sector Transporte
- Tiendas departamentales
- Sector Tecnológico

Se requiere plan de manejo para las obras de construcción, mantenimiento y demolición que generen más de 80 m^3. Como residuos de la construcción y demolición se consideran los siguientes:

- Material de excavación (Arcillosos, Granulares y Tepetatosos)
- Concreto (Simple, Armado, Asfálticos).
- Elementos mezclados prefabricados y pétreos (Fragmentos de Block, Tabique, Adoquín, Tubos, Ladrillos, Piedras, etc.).
- Otros (Madera, Cerámica, Plásticos y Plafón, Yeso, Muros Falsos, Materiales Ferrosos, Residuos Orgánicos producto del despalme)

La CMIC, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2014), estimó para el año 2018 una generación de 10.15 millones de toneladas. (25,000 Ton/día aproximadamente) de residuos derivados de la construcción y demolición.

El proyecto no considera levantamientos de carpetas existentes, ni demoliciones de estructuras, sin embargo, de acuerdo al estudio topográfico el volumen de los cortes en excavación y despalme se estima en 2,711.5 m^3, de los cuales 1,265 m^3 corresponden al despalme y este material será aprovechado para el arrope de taludes, pues al contener materia orgánica favorece la revegetación. El volumen restante, que de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia se pueden utilizar en la conformación del terraplén de los accesos (VI2.9 Proyecto Ejecutivo), por lo tanto, no se utilizarían bancos de desperdicio ya que el material producto de despalme se propone para el recubrimiento de los taludes. Si existiera volumen de desperdicio se tendrá que tener un banco de desperdicio autorizado por SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca, toda vez que el artículo 9 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que *es facultad de las Entidades Federativas autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo*.

En este estudio No se propone la ubicación de los bancos de tiro debido a que son conceptos que les corresponden a las empresas contratistas siendo éstas las que ubicarán el sitio de acuerdo a su conveniencia en el concepto de acarreos y al acuerdo que lleguen con los ejidatarios para la ocupación de los terrenos, recalcando que deberán tramitar la autorización antes mencionada.

El resto de los residuos correspondientes a concreto, acero, elementos mezclados y prefabricados serán clasificados de forma que se permitan reciclar o reutilizar algunos de los materiales, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se alcanza un menor impacto ambiental.

Residuos Peligrosos.

Según la definición de sustancia peligrosa de la LGEEPA dice que es aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

De acuerdo con el INGRP y el padrón de generadores de residuos peligrosos de la SEMARNAT, la generación total de residuos en México en el año 2017 fue de 2,447,596.58 t. Con base en la categorización de generadores establecida en la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en 2017 existían 67,342 establecimientos de microgeneradores, en los cuales se generaron 14,197 toneladas de residuos peligrosos, asimismo 40,268 establecimientos e industrias de pequeños generadores, que generaron 116,560.91 toneladas, y 7,548 empresas industriales y establecimientos de grandes generadores, que generaron 2,316,838.10 toneladas a nivel nacional.

En la siguiente tabla se muestran datos numéricos respecto a residuos peligrosos para el estado de Oaxaca.

Tabla 2. 18 Requerimiento de personal para la realización del proyecto.

Entidad federativa	Generación estimada (t/año)	Empresas autorizadas de recolección y transporte	Empresas autorizadas para almacenamiento y acopio s	Capacidad total instalada (t/año)*	Empresas autorizadas para reciclaje	Capacidad total instalada (t/año)*
Oaxaca	3,524	2	1	5.76	2	2,854

Fuente: Base de Datos Estadísticos del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, BADESNIARN. 2022

Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades del mantenimiento y carga de combustible de la maquinaria pesada, así como envases vacíos e impregnados de grasas, aceites o lubricantes, filtros de aceites, aceites lubricantes usados, trapos impregnados de grasas y aceites.

En la realización del proyecto se utilizan sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente tóxicas e inflamables. Sin embargo y considerando la definición del párrafo anterior, el cual indica que la cantidad es un factor de importancia, para considerarlas peligrosas. Sin embargo, para tener conocimiento de estas sustancias, hemos construido las siguientes tablas mencionando las sustancias peligrosas (por que poseen alguna de las características CRETIB) que se utilizan en la operación de la maquinaria y en la señalización.

Los residuos peligrosos, que se prevé generarán el Proyecto serán los siguientes:

- Solventes y aceites usados;
- Filtros de aceite y combustible;
- Líquido anticongelante;
- Suelos contaminados con hidrocarburos;
- Aerosoles que hayan contenido sustancias peligrosas;
- Residuos de derrames de sustancias peligrosas.

Instalaciones para el manejo de residuos.

La infraestructura para la gestión integral de los residuos durante la ejecución del Proyecto tanto para su almacenamiento temporal, clasificación y preparación para transporte, está compuesta por:

- Sitios de acopio de Residuos en punto generador
- Patio de Gestión de Residuos Sólidos;
- Patio de Residuos Peligrosos.

Todo el personal que labore en la obra deberá estar informado sobre la obligación de depositar los residuos en los contenedores, según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas. El volumen de los contenedores debe estar acorde con los volúmenes generados.

Los residuos deberán permanecer el menor tiempo posible dentro de la obra. Para tal efecto, se debe suscribir contrato de servicio público de aseo o cumplir con el pago oportuno del servicio. Igualmente se debe garantizar la recolección, transporte y depósito final de residuos peligrosos por una empresa que cuente con las autorizaciones ambientales correspondientes.

Sitios de acopio de residuos en puntos generadores.

En el patio de maquinaria se colocarán contenedores rotulados para la disposición de residuos, el contenedor de residuos orgánicos deberá vaciarse diariamente, para disponer los residuos en una fosa; el contenedor de los residuos reciclables se vaciará una vez a la semana y podrán ser llevados al almacén en un espacio determinado y conocido como "Sitio de acopio de residuos", a la espera de su transporte hacia el sitio de disposición final.



Figura 2. 14 Ejemplo de contenedores rotulados

Se capacitará al encargado del almacén y a la brigada encargada de la recolección de los residuos para que éstos no se mezclen.

Por otra parte, los residuos peligrosos que se puedan generar por operaciones de mantención de equipos serán trasladados inmediatamente hacia el patio de residuos peligrosos.

Manejo y disposición de residuos no peligrosos.

Los residuos de características inertes tales como los domésticos y los industriales no peligrosos, serán recolectados desde los puntos de generación, en donde los residuos sólidos urbanos serán dispuestos en bolsas de polietileno y los no peligrosos serán diferenciados en contenedores según el tipo de material con potencial de reciclaje. Estas serán cerradas al momento de ser retiradas desde los contenedores y una bolsa nueva será inmediatamente repuesta en el contenedor vacío. Los residuos no reciclables serán directamente dispuestos al relleno sanitario o tiradero municipal.

Los residuos domésticos no orgánicos e industriales no peligrosos que tengan potencial de reciclado o reúso serán transportados al patio de gestión de residuos, en esta instalación serán descargados en los sectores correspondientes a cada tipo de material. Existirán inicialmente áreas para maderas, metales no ferrosos y metales ferrosos, plásticos, papeles y cartones. Basándose en la tasa de generación de este tipo de residuos y los retornos por reusó y reciclado de los materiales, se implementarán otras áreas y reconfigurarán las inicialmente propuestas. Aquellos materiales del tipo domésticos o industriales no peligrosos que no sea posible reusar o reciclar, serán dispuestos en el relleno sanitario.

Los lineamientos de recolección, manipulación y transporte de residuos incluyen los siguientes:

- Se establecerá un programa de rutina para la recolección y disposición de los residuos no peligrosos.

- Se minimizará la manipulación de residuos durante la construcción para reducir los puntos de transferencia.
- Se implementarán procedimientos para limitar la generación de malos olores y la pérdida de residuos.



Fotografías 2. 4 Ejemplo de almacén de residuos

Manejo y disposición de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos serán manejados de forma independiente de los residuos no peligrosos, para ello, existirá un patio de almacenamiento de residuos peligrosos, el cual tendrá piso impermeable y sistemas de conducción y control de derrames de líquidos, que evitará el contacto de éstos con el suelo natural; contará con techo, cierre perimetral y control de acceso. La zona de almacenamiento estará diseñada para albergar contenedores transportables tipo tambor los cuales serán de tamaño apropiado y compatible con el residuo a almacenar. En estas instalaciones se almacenarán principalmente aceites y lubricantes usados. Los residuos peligrosos serán almacenados separadamente, de acuerdo a su grado de peligrosidad, para evitar contaminación entre ellos.

A continuación, se presentan los procedimientos específicos para el manejo y tratamiento de algunos residuos específicos de carácter peligroso:

Aceites y lubricantes usados:

Los aceites y lubricantes usados provenientes de los procesos de mantención de equipos serán almacenados en contenedores sellados en el Patio de gestión de residuos peligrosos.

Filtros de combustibles y aceites:

Durante la construcción se generarán filtros usados de combustible, provenientes de equipos y maquinarias. El manejo de estos materiales será responsabilidad del Jefe de Mantenimiento y su manejo será de la siguiente manera:

- Punzando los filtros y dejándolos drenar
- Recolectando el combustible drenado o el aceite usado, en el correspondiente contenedor para su almacenamiento y posterior disposición final en instalaciones autorizadas.
- Almacenando los filtros drenados en contenedores para residuos peligrosos.

Suelos afectados por hidrocarburos:

El manejo de los suelos afectados por hidrocarburos comprende su encapsulado en hormigón, o bien, envío para su tratamiento y disposición final a un operador externo autorizado para el manejo y tratamiento de residuos peligrosos.

La disposición final de los residuos peligrosos, se realizará a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT para dicho efecto.

2.5 EMISIONES A LA ATMOSFERA Y GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO.

En el proyecto de construcción del puente, la liberación de emisiones de gases contaminantes proviene de la operación de motores de combustión interna de vehículos y maquinaria, y mezclas asfálticas. Las partículas sólidas provienen del despalme y acarreo de materiales pétreos y cementantes (cal y cemento).
Las emisiones vehiculares son una gama de contaminantes que afectan al medio ambiente; hoy existe el reto y la prioridad de disminuir las emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero) que contribuyen al cambio climático y que son acciones prioritarias dentro de los planes y programas ambientales nacionales e internacionales.

La maquinaria y vehículos utilizados para la construcción de la carretera funcionan con hidrocarburos fósiles (derivados del petróleo como la gasolina, el diésel) lo cuales son compuestos orgánicos constituidos por átomos de carbono e hidrógeno y una mezcla de impurezas presentes en éstos (azufre), que al momento de una combustión ineficiente supone la emisión de sustancias contaminantes. Estos contaminantes son el origen de la lluvia ácida (agua de lluvia con pH ácido), con repercusiones ambientales y afectaciones a la vegetación, fauna, construcciones y salud humana.
El proyecto tendrá posibles fuentes de contaminantes, por lo que en la siguiente tabla se identifican:

Tabla 2. 19 Identificación de emisiones a la atmósfera.

Etapa	Fuente de emisión	Emisión
Preparación del Sitio	Circulación de maquinaria y	Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), compuestos orgánicos volátiles (COV)
	Desmonte y despalme	Partículas suspendidas o material particulado (PM)
Construcción	Circulación de maquinaria y vehículos	Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), compuestos orgánicos volátiles (COV)
	Acarreos	Partículas suspendidas o material particulado (PM)
	Operación planta trituradora	
	Colados	Partículas cementantes
	Pintura	Compuestos orgánicos volátiles (COV)
Operación	Circulación de 50 a 100 veh/día	Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), compuestos orgánicos volátiles (COV)

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles. La mayor proporción del CO emitido en áreas urbanas es generada por los vehículos automotores.

El término óxidos de nitrógeno (NOx) es un concepto amplio que incluye al monóxido de nitrógeno (NO), al bióxido de nitrógeno (NO_2) y a otros óxidos de nitrógeno menos comunes. La formación del NOx depende del contenido de nitrógeno en el combustible, y puede constituir hasta el 50% de las emisiones de NOx en combustibles con alto contenido de nitrógeno; principalmente el carbón y los combustibles pesados, como el diésel.

Los óxidos de azufre (SOx) incluyen al bióxido de azufre (SO_2) y a otros óxidos de este elemento. La magnitud de las emisiones de SOx de las fuentes de combustión depende del contenido de azufre en el combustible utilizado, que principalmente es el diésel.

Los compuestos orgánicos son emitidos a la atmósfera por diversas fuentes. Sin embargo, existe la consideración general de que los compuestos orgánicos son emitidos, principalmente, por fuentes de combustión o de evaporación. Los COV (compuestos orgánicos volátiles) son gases fotoquímicamente reactivos formados por hidrocarburos, que pueden participar en la formación de smog.

El término partículas suspendidas o material particulado (PM) se refiere a cualquier partícula sólida o líquida de hollín, polvo, aerosoles, humos y nieblas.

En el estado de Oaxaca, se cuenta con dos estaciones de monitoreo atmosférico:

1. estación CED ubicada en la colonia Centro de Oaxaca de Juárez
2. estación CHO ubicada en la colonia Santa Rosa Panzacola de Oaxaca de Juárez

Las concentraciones más altas de partículas PM10 se registran en los meses más fríos y decaen en la temporada de lluvias, manteniéndose prácticamente estables el resto del año. Por lo que respecta a PM2.5, durante abril y mayo se han registrado las mayores concentraciones de este contaminante.

De acuerdo al Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca, 2018, se presenta el siguiente inventario de emisiones:

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	6665	3925	99603	2827	7235	1203	87
Fuentes de área	45444	39774	1987	295056	21093	278820	64896
Fuentes móviles	1289	1181	612	103574	27030	8123	166
Móviles no carreteros	70	69	525	508	3318	154	NE
Fuentes naturale|s	NA	NA	NA	NA	103694	2034065	NA
TOTAL	53468	44950	102726	401965	162369	2322185	65149

NA = No aplica; NE= No estimado

Figura 2. 15 Inventario Estatal de Emisiones, 2016

Las fuentes antropogénicas de emisión principales identificadas son, primero, las fuentes fijas, en particular la industria del petróleo y petroquímica, por sus emisiones de SO_2, y la industria de alimentos y bebidas, en el caso de emisiones de PM10 y PM2.5. También están las fuentes móviles,

con aportaciones importantes de emisiones de CO, COV y NOX, sobre lo que es importante recalcar que la mayor parte de la flota vehicular en el estado se concentra en la ZMCO (Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca) y, por tanto, es donde hay mayor aporte de emisión para esta categoría. Y, finalmente, tenemos las fuentes de área, de las sobresalen la combustión doméstica de leña, también con emisiones importantes de partículas (aunque con una incertidumbre importante en cuanto a los datos de actividad), el uso de solventes domésticos con emisiones relevantes de COV y otras, como las emisiones ganaderas de NH3 y las quemas agrícolas y los incendios forestales, estas dos últimas también importantes en términos de emisión de partículas.

La siguiente figura corresponde a las emisiones de Gases de efecto invernadero en el estado de Oaxaca:

Fuente de emisión	Emisiones				
	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	Total
1.Energía	8179	194	104	NA	8476
2.Procesos industriales y uso de productos	749	NA	NA	93	842
3. AFOLU	2447	3278	2271	NA	7996
4. Desechos	NA	589	65	NA	654
5. Emisiones por consumo de electricidad	1216	1	5	NA	1223
TOTAL	12591	4061	2445	93	19191

Figura 2. 16 Inventario Estatal de GEI 2013. (Gg CO2eq/año)
Fuente: Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca, 2018

En 2013, Oaxaca emitió alrededor del 2.8% de las emisiones totales del país de bióxido de carbono equivalente (CO2eq).

La principal fuente generadora de las 7000 toneladas de carbono negro (CN) en el estado de Oaxaca es la quema de biomasa, donde destaca el bagazo y la leña, ambos combustibles usados de manera intensiva en las actividades de preparación de alimentos y calefacción, así como en la producción de energía eléctrica y térmica en la industria azucarera. La quema de estos combustibles contribuye con casi 50% de las emisiones del inventario de CN, seguido de los incendios forestales.

En cuanto al subsector transporte, el autotransporte de carga y de pasajeros a diésel son los mayores contribuyentes, debido al alto contenido de CN en las PM2.5, producto de la quema de este combustible. Una aportación importante en este inventario es la estimación de las emisiones de CN de la categoría de vehículos denominados no carreteros, como tractores y maquinaria de construcción, que consumen considerables cantidades de diésel, contribuyendo con aproximadamente 6% del total de este inventario.

Es importante mencionar que no se reportaron datos de emisiones por tipos de fuente para el municipio de Guevea de Humboldt.

Para disminuir la emisión de gases efecto invernadero contaminantes durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el caso de fuentes móviles se cumplirá con la NOM-041-SEMARNAT-2015, 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. Esta NOM es obligatoria para los responsables de vehículos automotores con excepción, entre otros, de la maquinaria dedicada a la industria de la construcción, sin embargo, el adecuado mantenimiento de dicha maquinaria evitará emisiones y ruido innecesarios generados por los vehículos y maquinaria.

Las empresas contratistas deberán aplicar riego periódico y humedecer materiales de construcción de terraplenes, terracerías, bases y subbases, usar lonas en camiones y prohibir actividades que puedan ser riesgo de incendio.

La operación de la planta trituradora consiste en la ruptura y molienda de materiales pétreos, por lo que existe un aumento de los niveles de emisión de partículas sólidas suspendidas, debido a los movimientos de esos materiales. Las bandas transportadoras y las tolvas deberán cubrirse con lonas. Para el transporte de materiales se deberán cubrir los camiones con lonas y de ser posible transportar los materiales húmedos.

En la etapa de operación del puente, la circulación vehicular generará emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Ruido

Los vehículos utilizados en la obra deberán emitir niveles de ruido permitidos de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994, lo que se evidenciará indirectamente a partir del mantenimiento mayor y el reemplazo o ajuste de piezas defectuosas y sueltas. Durante las diferentes etapas del desarrollo del proyecto.

Olores

Como ya se mencionó, se contratarán los servicios de una empresa que rente sanitarios portátiles para el uso para los trabajadores de la obra y el mantenimiento de estos sanitarios estará a cargo de la contratista.

Referencias

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). Evolución de la Economía de los Países Miembros de la FIIC 2014-2015. Primera Edición, 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) México. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017. Memoria de actividades.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019. Presentación de resultados generales. Actualización: 26 de agosto de 2020.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos Primera edición, mayo 2020.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última Reforma DOF 18-01-2021.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.

SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca. 2018

Puente vehicular “Guevea de Humboldt”, ubicado en el km 1+796, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPITULO 3. Vinculación jurídica ambiental.



Contenido

3. VINCULACIÓN JURÍDICA AMBIENTAL 60
3.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 60
3.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 62
3.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO 62
3.2.2. ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS REGIONALES Y LOCALES 69
3.2.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca 69
3.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 74
3.4. SITIOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 76
3.4.1. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES 76
3.4.2. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS 77
3.4.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS 79
3.5. PLANES DE DESARROLLO 80
3.5.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019 -2024. 80
3.5.2 PLANES ESTATALES DE DESARROLLO 82
3.5.2.1 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022-2028 82
3.5.4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 84
3.5.3. PLANES SECTORIALES. 86
3.5.3.1 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 86
3.5.3.1 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 88
3.5.4 PROGRAMA NACIONAL DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS 2018-2024 90
3.6. NORMATIVIDAD APLICABLE 92
3.6.1. LEYES FEDERALES 92
3.6.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 92
3.6.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental. 92
3.6.1.2 Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 93
3.6.1.3 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. 94
3.6.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 95
3.6.1.5 Ley de Aguas Nacionales 97
3.6.1.6 Ley general de vida silvestre 98
3.6.1.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 99
3.6.1.8 Ley General de Cambio climático 100
3.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 101

Tabla 3. 1 Listado de instrumentos jurídicos vinculantes como resultados del análisis SIGEIA. 61
Tabla 3. 2 Características de la UAB 140 63
Tabla 3. 3 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 140. 65
Tabla 3. 4 Vinculación del proyecto con las políticas de la UAB 70 68
Tabla 3. 5 Características de la política Conservación con aprovechamiento 71
Tabla 3. 6 Usos y criterios de la UGA 042 72
Tabla 3. 7 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA 024 72
Tabla 3. 8 ANP's federales y estatales del estado de Oaxaca 75
Tabla 3. 9 Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 83
Tabla 3. 10 Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Guevea de Humboldt 85
Tabla 3. 11 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 86
Tabla 3. 12 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 88
Tabla 3. 13 Vinculación del proyecto con el Programa Nacional de Pueblos Indígenas 91
Tabla 3. 14 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto 101

Figura 3. 1 Localización del trazo del proyecto al que se le aplicó Análisis Jurídico. Fuente: SIGEIA; SEMARNAT 60
Figura 3. 2 Ubicación de las Región Ecológica 17.17 y la UAB 140 63
Figura 3. 3 Ubicación del trazo del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 64
Figura 3. 4 Etapas de la fase de formulación del POERTEO 69
Figura 3. 5 UGAs del estado de Oaxaca de acuerdo al POERTEO. 70
Figura 3. 6 Ubicación del eje del proyecto de acuerdo a la UGA 024 71
Figura 3. 7 Localización de sitio del proyecto y las ANP más cercanas al mismo. 76
Figura 3. 8 Área de Importancia para la Conservación de las Aves 77
Figura 3. 9 Localización de la Región Terrestre Prioritaria: Sierras del norte de Oaxaca-Mixe 78
Figura 3. 10 Localización de las Regiones Hidrológicas Prioritarias 80
Figura 3. 11 Ubicación de pueblos indígenas del área del proyecto y comunidades aledañas. 2010 91

3. VINCULACIÓN JURÍDICA AMBIENTAL

El municipio de Guevea de Humboldt se encuentra localizado en el sureste del estado de Oaxaca, en la región del Istmo de Tehuantepec, su hidrografía está compuesta por varios arroyos, uno de ellos es el arroyo Nisavía donde se llevará a cabo el proyecto Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, cuyo objetivo es la construcción de un nuevo puente. En este capítulo se analiza la vinculación del proyecto con la actual legislación ambiental. Fundamentados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que establece en su Artículo 4° el derecho a un medio ambiente sano, al igual que en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento de Materia de Impacto Ambiental.

3.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Derivado del análisis de los resultados de la aplicación de la herramienta de análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) que permite identificar las condiciones ambientales del sitio donde se llevará a cabo el proyecto y su sistema ambiental, así como si se encuentra total o parcialmente dentro de alguna área de importancia ambiental o si cuenta con objetos de conservación que requieren de atención prioritaria y/o de algún aspecto jurídico ambiental en específico.

En la figura 3.1, se puede observar el trazo del proyecto para el puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, Oaxaca.



Figura 3. 1 Localización del trazo del proyecto al que se le aplicó Análisis Jurídico. Fuente: SIGEIA; SEMARNAT

En la tabla 3.1, se muestran los resultados del análisis del SIGEIA en donde se enlistan todos los instrumentos jurídicos vinculantes a los que debe atender una MIA y de manera particular el proyecto solo atenderá: el Programa Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca (POERTEO) y Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Tabla 3. 1 Listado de instrumentos jurídicos vinculantes como resultados del análisis SIGEIA.

Categoría	Instrumentos Jurídicos Vinculantes	Puente y accesos	Sistema Ambiental
Instrumentos Jurídicos Vinculantes	OE Local	No hay capas que intersecan	
	Regional 1	**Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca, UGA 24**	**Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca, UGA 24**
	Regional 2	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Regional 3	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Regional 4	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	OE Marino	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	POEGT	**Sierras Orientales de Oaxaca Sur, UAB 140**	**Sierras Orientales de Oaxaca Sur, UAB 140**
	OE Poligonal envolvente	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	ANP Federal	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Áreas destinadas voluntariamente a la Conservación	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	ANP Federal Zonas núcleo	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	ANP Zonificación	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	ANP Estatal	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	ANP Municipal	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Instrumentos Urbanos	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
Importancia Ambiental	Manglares	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Humedales	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Sitios RAMSAR	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	AICA	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan

	Regiones Hidrológicas Prioritarias	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Regiones Marinas Prioritarias	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Regiones Terrestres Prioritarias	**Sierras del norte de Oaxaca-Mixe**	**Sierras del norte de Oaxaca-Mixe**
	UMAS	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan
	Comunidades Indígenas	No hay capas que intersecan	No hay capas que intersecan

Fuente: SIGEIA. SEMARNAT

3.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

El instrumento de planeación y gestión del territorio que busca regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales es el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), para su análisis se hace referencia a las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El ordenamiento ecológico tiene cuatro modalidades determinadas por la competencia de los tres órdenes de gobierno: general del territorio, regional y local; y el cuarto de acuerdo a los alcances de su área territorial de aplicación: marino (Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión [CDHCU], 2022). Para este proyecto solo se atenderá los dos primeros.

3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El *Programa Ordenamiento Ecológico General del Territorio* (*POEGT*) establece los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; así como las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones y actividades humanas. Para alcanzar los objetivos establece una regionalización ecológica del territorio nacional basada en unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo (SEMARNAT, 2012). De dichos factores se determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades, el resultado de la diferenciación del territorio nacional se ha determinado en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).**

El Puente vehicular "Guevea de Humbodlt", ubicado en el Km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, Oaxaca, está localizado, de acuerdo a lo establecido por el POEGT, en la UAB 140 (Región 17.17) que corresponde a las Sierras Orientales de Oaxaca Sur, cuyas características se presentan en la tabla 3.2 y en la figura 3.2, se muestra la ubicación de la región ecológica en donde se inserta el sitio del proyecto, respecto a la ubicación del estado de Oaxaca en la República Mexicana.

Tabla 3. 2 Características de la UAB 140

Región Ecológica	17.17
UAB	**140**
Nombre de la UAB	Sierras Orientales de Oaxaca Sur
Clave de la política	17
Política ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Nivel de atención prioritaria	Muy alta
Rectores del desarrollo	Forestal
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social
Asociados del desarrollo	Agricultura - Ganadería - Poblacional
Otros sectores de interés	Minería – SCT
Superficie	4,676.04 Km^2
Región indígena	Chinanteca
Corto plazo (2012)	Crítico
Mediano plazo (2023)	Crítico
Largo Plazo 2033	Crítico a muy crítico



Figura 3. 2 Ubicación de las Región Ecológica 17.17 y la UAB 140

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012

En la figura 3.3 se puede observar la ubicación del trazo del proyecto respecto a la Unidad Ambiental Biofísica correspondiente 140 y su Región Ecológica 17.17 denominada Sierras Orientales de Oaxaca Sur

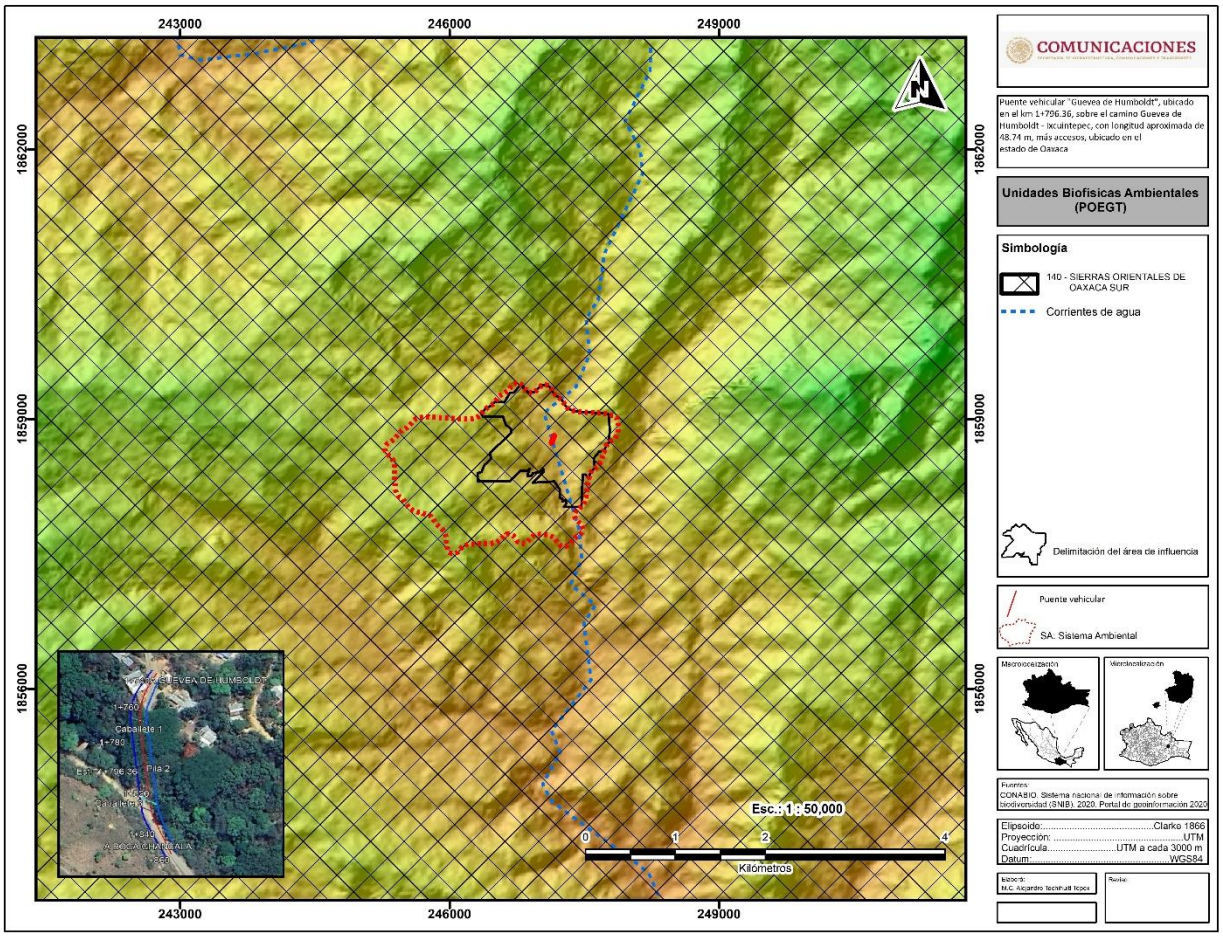


Figura 3. 3 Ubicación del trazo del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012

El estado actual del medio ambiente de la UAB 140 (2008) es considerado como crítico con conflicto sectorial muy bajo, esta superficie no presenta Áreas Naturales Protegidas (ANP), es considerada con media degradación de los suelos y alta degradación de la vegetación, sin degradación por desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Porcentaje de zonas urbanas muy baja y a su longitud de carreteras (km) es muy baja. Respecto a la parte social presenta muy alta marginación y muy bajo índice medio de educación. Alto hacinamiento en la vivienda y muy bajo índice medio indicador de consolidación de la vivienda. El índice medio de salud es bajo. El indicador de capitalización industrial es muy bajo con medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal; el porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios es muy bajo. La actividad agrícola de transición, media importancia de la actividad minera, con alta importancia la actividad ganadera y muy bajo uso de suelo forestal. En cuanto a sus recursos hídricos cuentan con disponibilidad de agua superficial y subterránea. Sin información de porcentaje de cuerpos de agua.

Por otro lado, en relación con las estrategias sectoriales asignadas a la UAB 140 tenemos vinculación, presentada en la tabla 3.3.

Tabla 3. 3 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 140.

Estrategias		Vinculación
I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Estas estrategias no conciernen al proyecto, dado que no se requiere el aprovechamiento de recursos naturales, tampoco se realizarán actividades relacionadas con el aprovechamiento agrícola o forestal. Del mismo modo no se utilizará agua del cauce del arroyo Nizavia para la construcción del puente. En cuanto a los recursos forestales de la superficie de afectación será sobre zona federal y predios adyacentes al río.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Para el desarrollo del proyecto se tomarán acciones que contribuyan a la conservación de los ecosistemas y a su equilibrio, de tal manera que los servicios ambientales sean mínimamente afectados y permitan su recuperación en el mediano plazo.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	La construcción del puente no alterará el cauce del rio ni sus escurrimientos lo cual contribuye al mantenimiento de los acuíferos y cuencas. No estará permitido verter residuos de cualquier índole sobre el cauce del rio ni sus alrededores para evitar su contaminación.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	No es una terea del proyecto generar ningún tipo de reglamentación ni la administración de presas. Por tanto, no aplican estas estrategias Se tiene contemplado un programa de reforestación para mantener la recarga de agua hacia los acuíferos y evitar la erosión del suelo
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	
	12. Protección de los ecosistemas.	El conjunto de medidas de mitigación y prevención y los programas ambientales referidos en la presente evaluación de impacto, están orientadas a la protección de especies de flora y fauna con la finalidad de provocar un bajo impacto en los recursos agua, atmósfera y suelo, que permiten ser congruentes con esta estrategia.

	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Se realizará una restauración forestal con la reforestación de .5 ha, sin el uso de agroquímicos, recomendando aplicar biofertilizantes que ayuden de forma positiva al crecimiento de las plantas.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto contempla el Programa de restauración forestal, de suelos y recursos hídricos. No se contempla nada referente a suelos agrícolas. Será necesario retirar 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas, cuyas especies no se encuentras listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta acción será compensada con la reforestación de .5 ha
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No aplica
	15bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
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.	No aplica
B) Zonas de riesgo y prevención de Contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No aplica. El proyecto no puede atender riesgos naturales, pero con la construcción del puente se reducirán riesgos, sobre todo en temporada de lluvias, para la población que generalmente cruza por el mismo.
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No aplica
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región	El proyecto se vincula directamente a esta estrategia al permitir el tránsito seguro y continuo del camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec y el cruce del arroyo Nizavia. Además, complementa el Programa de Caminos Rurales y Alimentadores.
	31. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No aplica

	32. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El proyecto de la construcción del Puente vehicular "Guevea de Humbodlt", ubicado en el Km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, se vincula directamente a esta estrategia al permitirá la integración del municipio con la región.
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	El proyecto apoya esta estrategia al proveer de una vía de comunicación que permitirá el acceso a otros servicios para el desarrollo económico y social de las comunidades, apoyando la movilidad de personas y mercancías, el desarrollo de actividades productivas principalmente agrícolas; optimizando tiempo de traslado y las condiciones de seguridad del mismo
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	El proyecto atiende una necesidad prioritaria de vías de comunicación, que actualmente está en malas condiciones y en algunas ocasiones representa un riesgo para las personas, principalmente en temporada de lluvias. Estas localidades, están catalogado con alto grado de marginación y rezago social, condiciones que hacen más vulnerable a sus habitantes.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No aplican al proyecto. Corresponde a otras autoridades (local, estatal o federal) generar acciones para cumplir estas estrategias; sin embargo, el proyecto al tratarse de la construcción de un puente vehicular contribuye a fomentar el desarrollo de las comunidades, el intercambio de bienes y servicios y la integración de las comunidades cercanas al puente.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica
	39.Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica

	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto se alinea a las estrategias del POERTEO y atiende a una necesidad urgente de la población.

Fuente: SEMARNAT, 2012a.

Para el caso de la UAB 140 las políticas marcadas son restauración y aprovechamiento sustentable, la vinculación se presenta en la tabla 3.4.

Tabla 3. 4 Vinculación del proyecto con las políticas de la UAB 70

Definición	Vinculación
Restauración. Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y establecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales, como lo indica la LGEEPA (CDHCU, 2022b) en su Artículo 3, fracción XXX3.	A través de las medidas de mitigación contenidas en los Programas de restauración forestal, de suelos y recursos hídricos, se atiende y se cumple con esta política, siendo congruente con el cuidado del medio ambiente que permita la continuidad de sus procesos ecológicos en el área del proyecto.
Aprovechamiento sustentable. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. LGEEPA (CDHCU, 2022b) para efecto de la fracción III, Art. 3.	El desarrollo del proyecto corresponde a la construcción de un puente y no se hará uso ni aprovechamiento de los recursos naturales como la flora y la fauna en ninguna de sus etapas. Sin embargo, dentro de los programas ambientales propuestos se toman acciones para su protección y conservación aplicables durante las etapas del proceso de construcción del proyecto.

3.2.2. Ordenamientos ecológicos regionales y locales

De manera particular el municipio de Guevea de Humboldt, Oaxaca donde se llevará a cabo la construcción del puente vehicular "Guevea de Humbodlt", ubicado en el Km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, no cuenta con ordenamiento Municipal o Local al que se debería alinearse el proyecto. Atiende los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO).

3.2.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca

El ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental, entre sus objetivos están: asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral; ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, la ubicación y condición socioeconómica de la población; establecer las políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y favorecer los usos de suelo con menor impacto adverso ambiental y beneficio a la población, sobre cualquier otro uso. (Gobierno del estado de Oaxaca, [GEO] 2016).

El proceso de ordenamiento ecológico en su fase de Formulación considera 4 etapas para la generación del Programa, las cuales se describen en la figura 3.4.

Caracterización	•Se describe el estado de los componentes natural, social y económico, organizado este último por cada uno de los sectores productivos identificados, en el territorio del Estado de Oaxaca.
Diagnóstico	•Obtener la aptitud del territorio, identificar los principales conflictos de tipo ambiental, identificar áreas prioritarias a proteger, restaurar y conservar, analizar las compatibilidades e incompatibilidades entre planes, programas y proyectos de gobierno •Identificar las condiciones en que se encuentra el área de ordenamiento y las posibles causas de deterioro.
Pronóstico	•Modelar de tres escenarios: tendencial, contextual y estratégico, donde se presenta la posible evolución de los principales atributos socio-ambientales y variables demográficas, que permiten proyectar el comportamiento tanto de la aptitud sectorial generada en el diagnóstico como la evolución de los conflictos ambientales, todo esto al año 2025.
Propuesta	•Construir un programa de ordenamiento ecológico que permita tener el mayor número de consensos entre los sectores, reduzca los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo sustentable del estado, y que incluya las UGA, los lineamientos ecológicos, las estrategias ecológicas y los criterios de regulación ecológica.

Figura 3. 4 Etapas de la fase de formulación del POERTEO

Fuente: POERTEO

La base del ordenamiento está en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) definidas como la unidad mínima del área de ordenamiento ecológico a la que se asigna lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio. Dichas UGAs están representadas en un sistema de información geográfica.

De manera puntual el POERTEO distribuyó el territorio de Oaxaca en 55 UGAs con estrategias y criterios específicos de regulación ecológica. En el caso del sitio de este proyecto se identificaron las políticas ecológicas aplicables para cada una de las UGAs involucradas, así como sus criterios ecológicos, determinando su correspondencia a través de la descripción de la forma en que el proyecto dará cumplimiento a dichas políticas y criterios ecológicos. Además, las UGAs son la base para la definición de las cuatro políticas ambientales: a) Política de Aprovechamiento; b) Política de Conservación: c) Política de Restauración; d) Política de Protección. En la figura 3.5, se muestra la zonificación del POERTEO.

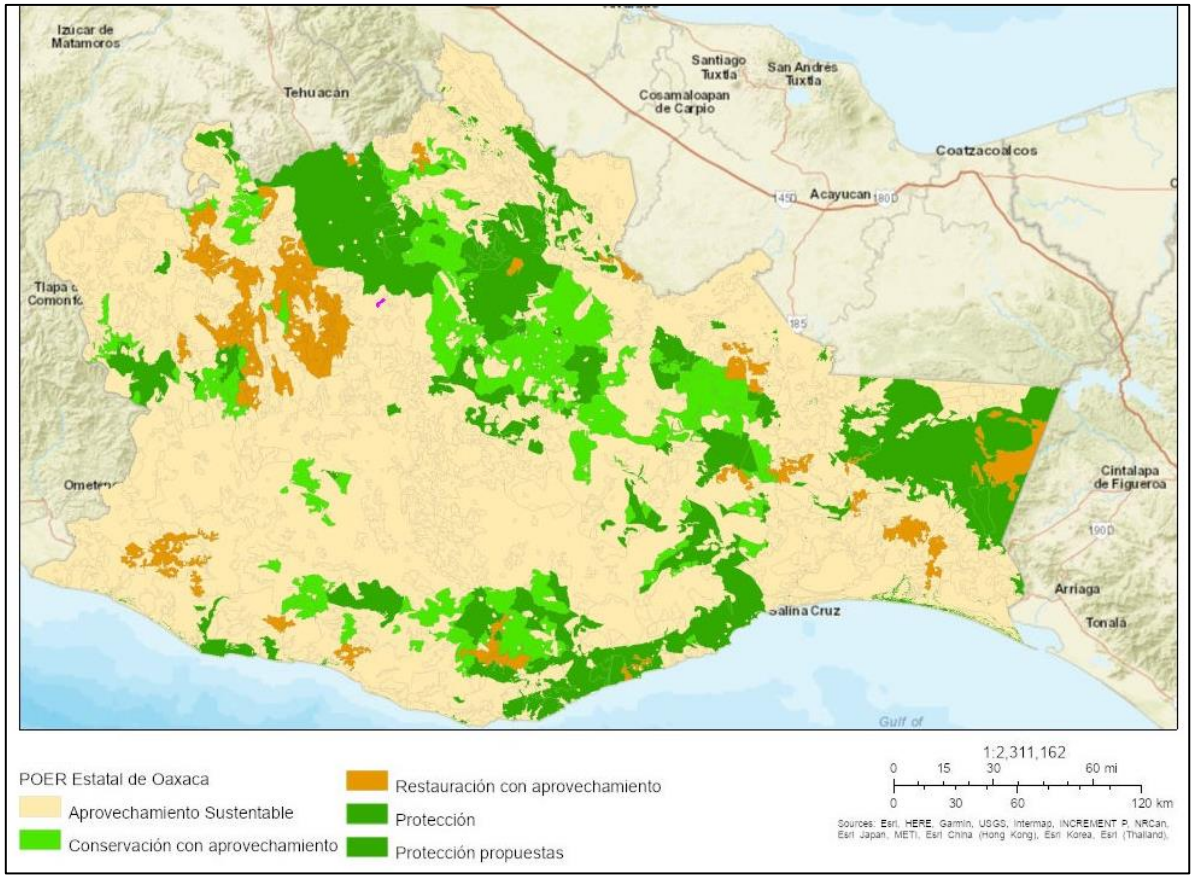


Figura 3. 5 UGAs del estado de Oaxaca de acuerdo al POERTEO.

Fuente: Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)

El trazo del proyecto se localiza dentro de la UGA 024, bajo la política: *Aprovechamiento sustentable* con una superficie es de 651,664.80 ha. En la tabla 3.5, se presenta las características de la política a la que se ajusta el sitio del proyecto y el tipo de actividades recomendadas para la UGA.

Tabla 3. 5 Características de la política Conservación con aprovechamiento

UGA	Política	Sectores recomendados	Superficie (ha)	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
024	Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos	242,897.76	Alta	Medio	Alto

En la figura 3.6, se muestra la ubicación donde se llevará a cabo la construcción del puente respecto a la UGA que le corresponde

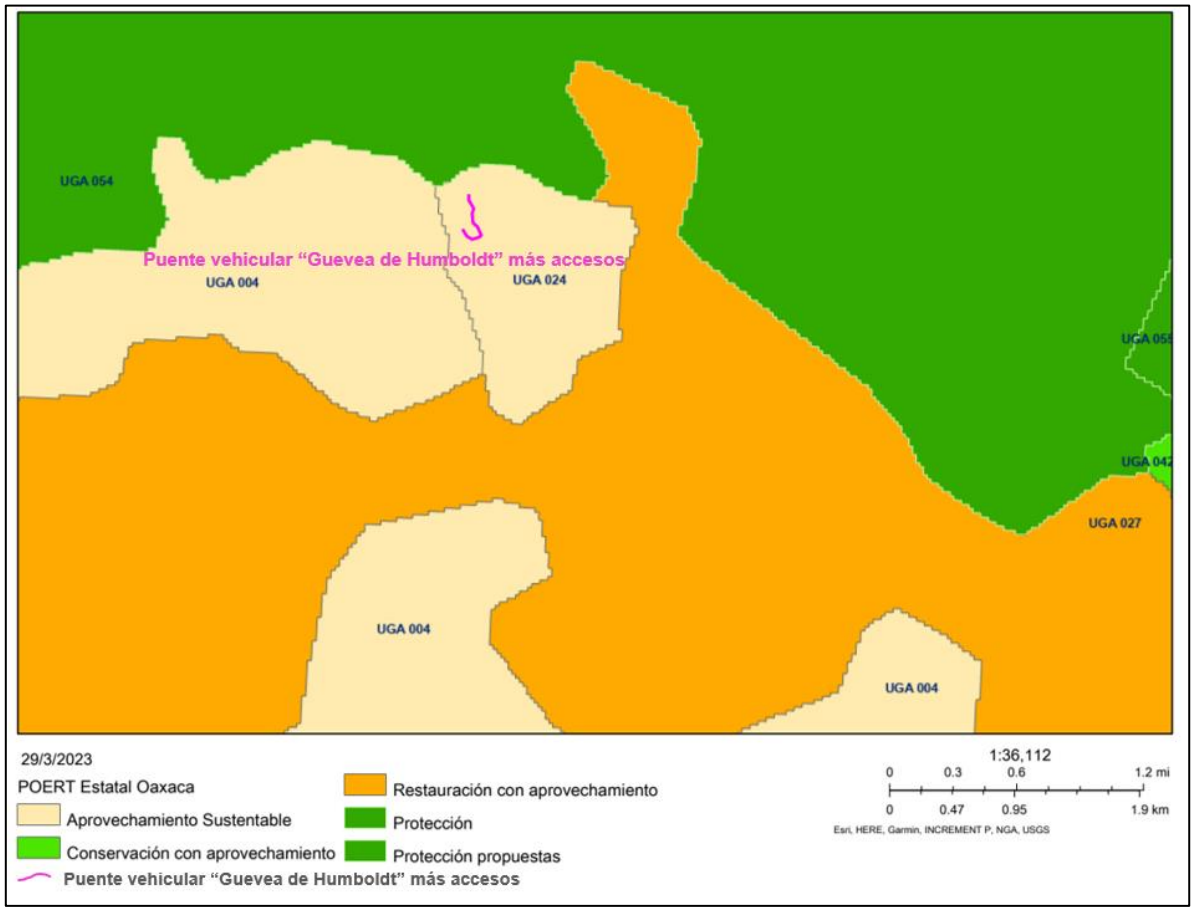


Figura 3. 6 Ubicación del eje del proyecto de acuerdo a la UGA 024

Fuente: Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico, SIORE

La UGA 024 del POERTEO tiene asignados los usos de suelo de acuerdo a la política ambiental como se muestra en la tabla 3.6, además se han proyectado lineamientos para el año 2025 de acuerdo a la importancia ambiental del sitio donde se encuentra el proyecto para la construcción del puente, que beneficiara a la población del municipio de Guevea de Humboldt, y se vincula con el lineamiento de dotación de infraestructura (ver tabla 3.6).

Tabla 3. 6 Usos y criterios de la UGA 042

Uso recomendado	Usos condicionados	Usos no recomendados	Sin aptitud	Lineamiento a 2025
Asentamientos humanos	Agrícola, Acuícola, Industria, Ganadería	Ecoturismo, turismo	Apícola, forestal, industria eólica, minería	Garantizar una dotación básica de agua e infraestructura acorde a las necesidades de centros de población para el manejo de residuos y mejoras en la distribución, frecuencia en el servicio y consumo de agua, promoviendo el uso de técnicas orientadas hacia la conservación de suelos y agua, así como la concentración de asentamientos humanos para evitar su expansión desordenada, con el fin de disminuir la presión hacia los recursos, así como mantener y conservar las zonas de bosques y selvas que representan actualmente 15,958 ha

En la tabla 3.7, se enlistan los criterios que corresponden a la UGA 24 y a la política de aprovechamiento sustentable y como se vinculan con el fin de validar y evidenciar la obra y actividades en el sitio del proyecto cubren los requisitos para mitigar los impactos ambientales, así como sus propuestas de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales.

Tabla 3. 7 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA 024

Clave	Política	Criterio	Vinculación
C-013	Transversal	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	El cuidado y preservación del ambiente están presentes en las obras y actividades de construcción del puente y se tendrá especial cuidado sobre el ecosistema circundante al arroyo Nizavia, así mismo se ejecutará un Programa de restauración forestal, de suelos y recursos hídricos.
C-014	Transversal	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.	No aplica, la obra no cambiará el cauce del arroyo, se tomarán medidas para favorecer los escurrimientos.
C-015	Transversal	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Al igual que el criterio C-013, el cuidado y preservación del ambiente es la base para proyecto. Para compensar la afectación se reforestará .5 ha y el material orgánico derivado del desmonte se utilizará para el arropo de las laderas.
C-016	Transversal	Transversal	No aplica.

C-017	Transversal	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 aplica.
C-019	Todas-Acuícola	En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	No aplica.
C-020	Todas-Acuícola	Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas.	No se permitirá que la empresa contratista descargue aguas residuales al arroyo Nizavia o algún otro escurrimiento cercano. La empresa encargada de ofrecer la renta de sanitarios portátiles, será la encargada de realizar el mantenimiento sin descargar aguas residuales en el sitio del proyecto.
C-023	Todas-AH	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos.	No aplica, se trata de la construcción de un puente vehicular y no de algún desarrollo habitacional.
C-024	Todas-AH	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos.	
C-025	Todas-AH	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 correcto manejo de dichas aguas.	
C-026	Todas-AH	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
C-027	Todas-AH	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados.	No aplica
C-028	Todas-AH	Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	No aplica

C-029	Todas-AH	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	El material producto de las excavaciones será utilizado para gaviones y represas en las bases de los estribos, se estima un volumen de 1298 m^3.
C-031	Todas-AH	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil.	No aplica
C-032	Todas-AH, turismo	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	No aplica
C-033	Todas-AH, turismo, ecoturismo, industria	Toda obra de infraestructura en zonas con 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 proyecto de construcción del puente no modifica el cauce del Arroyo Nizavia, por el contrario, se realizaron estudios topohidráúlicos que consideran el flujo del agua para el diseño del puente.
C-043	Todas-ganadería	Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua.	No aplica
C-044	Todas-ganadería	El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua	No aplica
C-045	Todas-Industria	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	No aplica
C-046	Todas-Industria	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	La empresa contratista contará con un programa de atención a derrames de aceite, lubricante o cualquier combustible, así mismo contará con un espacio de almacén de residuos peligrosos.

3.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

En México existen Áreas Naturales Protegidas (ANP) de diversos tipos: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas, que son grandes espacios geográficos en las que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque también conjuntamente culturales e históricos.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) tiene registradas 182 áreas marinas y terrestres de competencia federal. En Oaxaca se tienen 8 ANP's de competencia federal y 6 de competencia estatal, las cuales se enlistan en la tabla 3.8.

Tabla 3. 8 ANP's federales y estatales del estado de Oaxaca

ANP's Federales				
ANPs Federales	**Categoría de Manejo**	**Región**	**Superficie (ha)**	**Fecha de decreto**
Benito Juárez	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,591.52	30/12/37
Boquerón de Tonalá	Área de Protección de Flora y Fauna	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,912.32	22/09/08
Huatulco	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	11,890.98	24/07/98
Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	14,896.07	09/07/37
Playa de Escobilla	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	146.09	29/10/86
Playa de la Bahía de Chacahua	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	92.65	29/10/86
Yagul	Monumento Natural	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,076.06	24/05/99
Tehuacán-Cuicatlán	Reserva de la Biosfera	Centro y Eje Neovolcánico	490,186.88	18/09/98
ANP's Estatales				
ANPs Federales	**Categoría de Manejo**	**Región**	**Superficie (ha)**	**Fecha de decreto**
Cerro Ta-Mee	Parque Estatal	San Juan Bautista Cuicatlán	20.06	27/09/97
Hierve el Agua	Parque Estatal	San Lorenzo Albarradas	4,125.10	06/12/97
Parque Ecológico Regional del Istmo	Reserva ecológica	Juchitán y El Espinal	30.42	17/06/00
Cerro del Fortín	Parque Estatal	Oaxaca de Juárez	87.99	30/10/04
La Sabana	Reserva Estatal	San Juan Cotzocón, Mixe	2,050	14/04/07

Zona de Reserva Ecológica y Área Natural Protegida	Reserva ecológica	Oaxaca de Juárez	No especifica el Decreto	14/11/92

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca

El proyecto no está ubicado al interior de una ANP, la más cercana pertenece a la categoría de monumento natural Yagul. En la figura 3.7, se muestra el mapa de ubicación del trazo del proyecto que corresponde al sitio donde se construirá el puente enmarcado con el Sistema Ambiental (SA) correspondiente y su cercanía con el ANP Yagul, el cual está a una distancia de 114.104 km de la ubicación del trazo del puente.

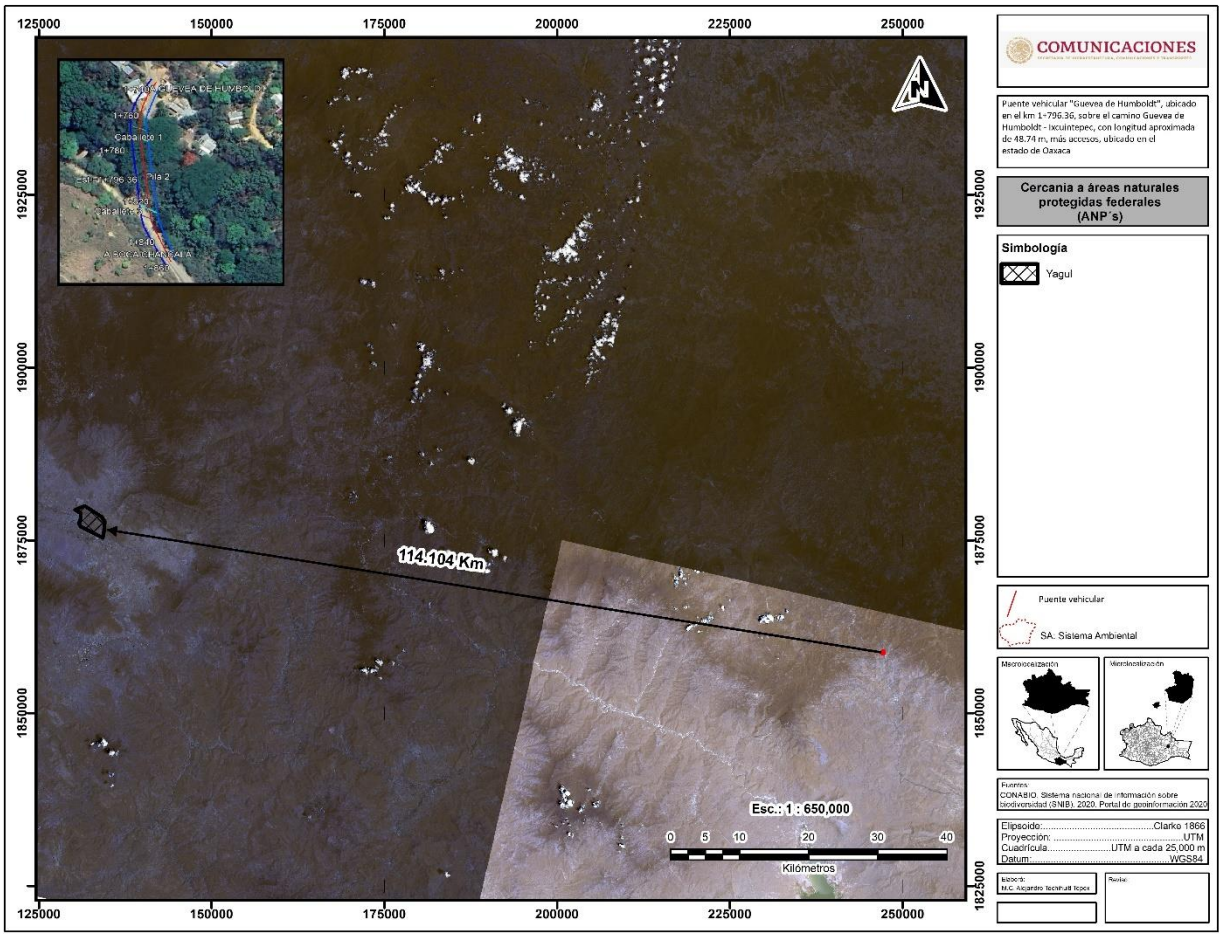


Figura 3. 7 Localización de sitio del proyecto y las ANP más cercanas al mismo.

3.4. SITIOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

3.4.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo mediante criterios

como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio. En México su objetivo es identificar las amenazas a las que se enfrentan las diferentes áreas en cuanto a la conservación de su avifauna. Es importante resaltar que la principal amenaza para la conservación de las aves de México es la pérdida de hábitat debida al desarrollo forestal, ganadero, agrícola, turístico e industrial. En segundo plano se encuentra el comercio legal e ilegal al que están sujetas las poblaciones silvestres de aves mexicanas. Otras amenazas como la introducción de especies exóticas y las perturbaciones naturales.

Vinculación

El proyecto de construcción del puente vehicular en Guevea de Humbodlt sobre el arroyo Nizavia no se localiza dentro de ninguna de las AICAS, definidas por la CONABIO, tal y como se muestra en la figura 3.8. Las más cercanas son el Istmo de Tehuantepec-Mar Muerto a 16.919 km y a 13.024 km se localiza la Sierra Norte.

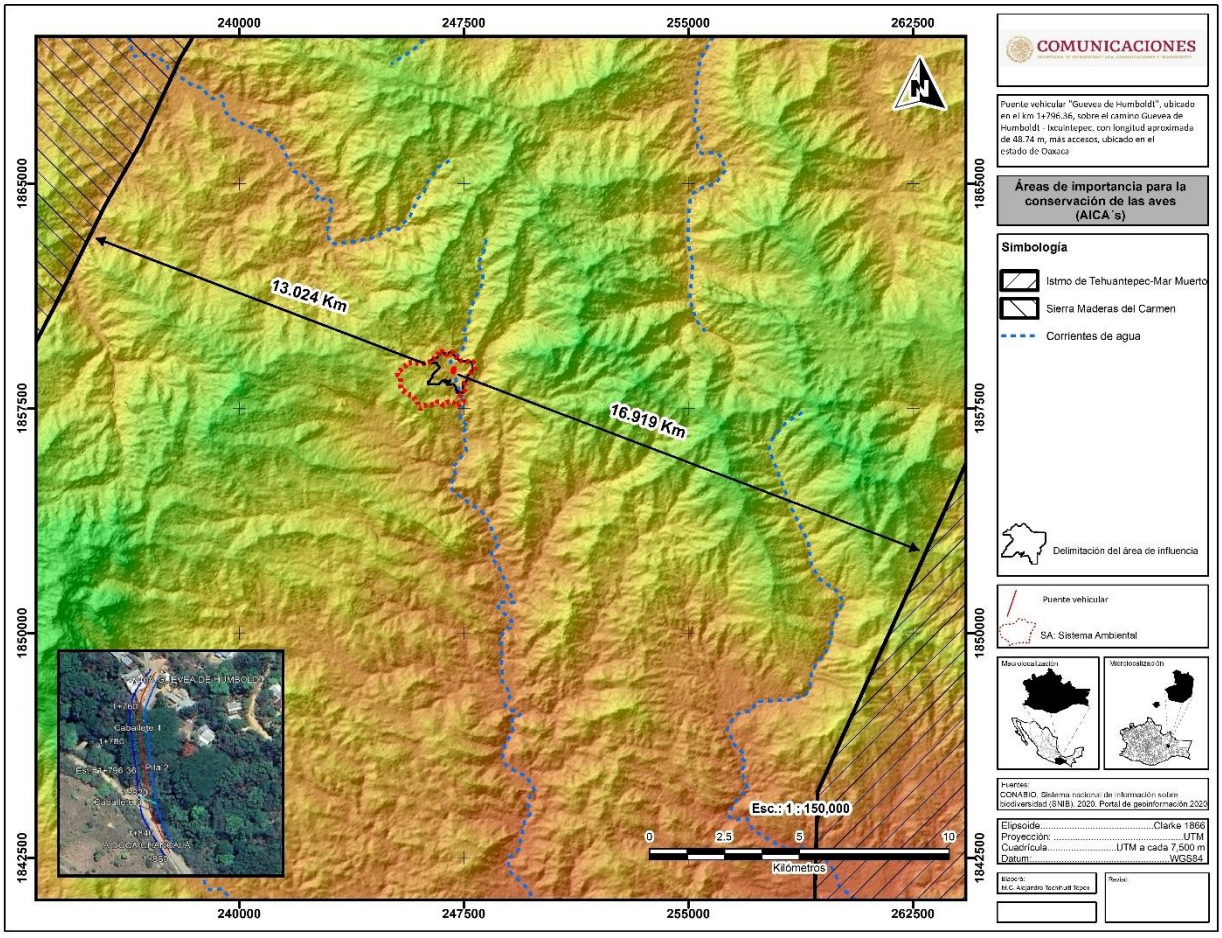


Figura 3. 8 Área de Importancia para la Conservación de las Aves

3.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias

En México, las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) cubren más de la cuarta parte del territorio nacional, se identificaron 152 regiones que se caracterizan por la riqueza de sus recursos y diversidad biológica, en particular por sus especies endémicas. Su objetivo es la determinación de unidades

estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

El estado de Oaxaca junto con Quintana Roo destacan por la alta proporción de su superficie incluida. El proyecto puente vehicular que cruza el arroyo Nizavia en Guevea de Humbodlt, se inserta dentro de la **RTP (130) Sierras del norte de Oaxaca-Mixe**, la cual se puede observar en la figura 3.9, comparte superficie con los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz, que en total ocupan 19,382 km^2, con valor de la conservación 3 - alto (mayor a 1000km^2).

De acuerdo con información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2000) de Regiones Terrestres Prioritarias de México, 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. 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. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México.

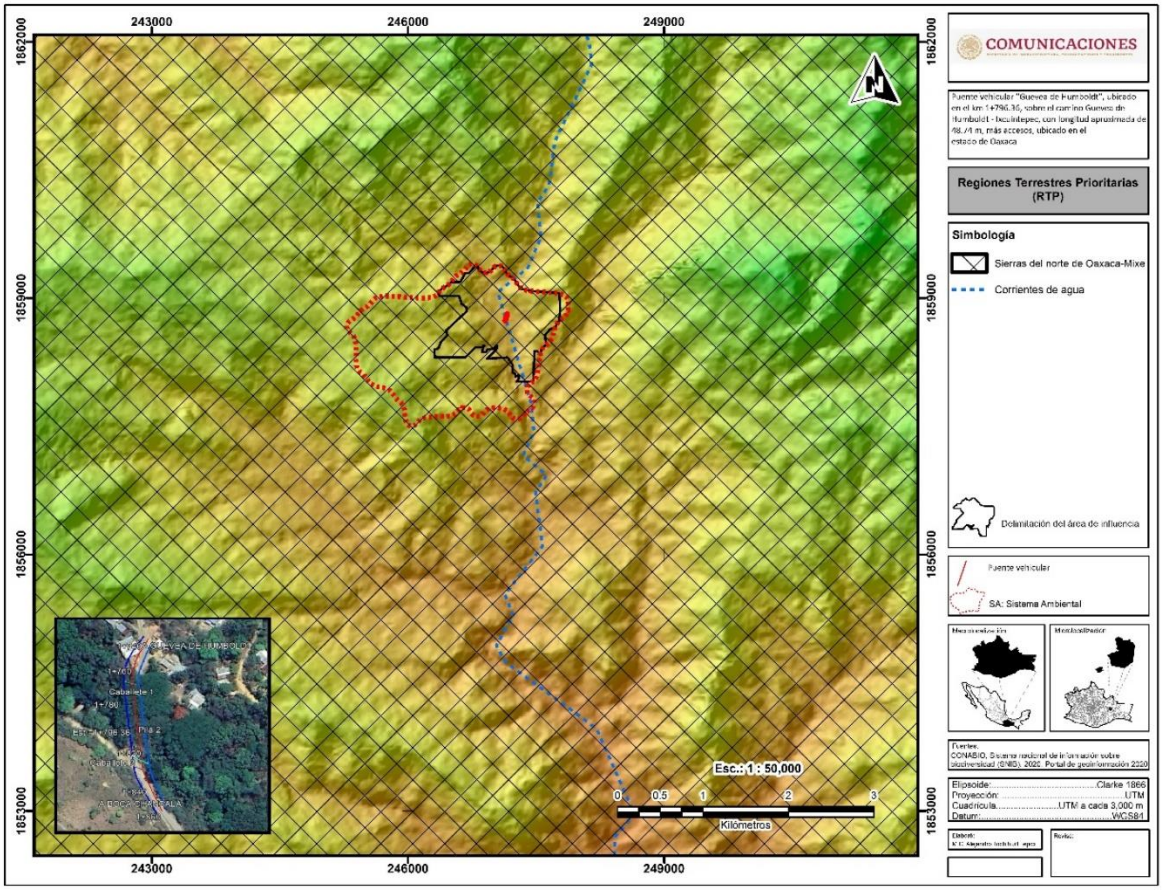


Figura 3. 9 Localización de la Región Terrestre Prioritaria: Sierras del norte de Oaxaca-Mixe

La fisiografía compleja de esta zona da como resultado una diversidad de ambientes. 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.

Vinculación

Considerando la descripción de sus características físicas y biológicas de esta RTP, durante las etapas de construcción del puente se implementarán medidas de prevención, mitigación o compensación que atenúen los impactos generados, en los que destacan: la ejecución de un *programa de conservación de suelos y reforestación* con especies nativas. Se implementará el manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos generados durante la obra, para tal motivo se ha contemplado la construcción de un almacén temporal para el almacenaje de residuos peligrosos y el contrato con una empresa autorizada para el manejo y la disposición final de estos. Se colocarán contenedores para la disposición de residuos sólidos urbanos y se contratará una empresa para su disposición final en un relleno sanitario o tiradero autorizado. Se ejecutarán las acciones de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre encontrada dentro del área del proyecto, así como la colocación de señalamientos de educación ambiental temporales y permanentes. Todo lo anterior con el fin de minimizar los impactos que pudiera generar la obra y mantener el equilibrio ecológico del sitio del proyecto.

3.4.3 Regiones hidrológicas prioritarias

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

El proyecto de construcción del puente sobre el arroyo Nizavia, justo evitará que se contamine por el combustible de los vehículos que actualmente transitan sobre él, además se reducirán riesgo al transitarlo sobre todo en la época de lluvias. En la figura 3.10 se observa el área del proyecto respecto a las RHP cercanas.

Vinculación

El eje del proyecto y su sistema ambiental no se insertan en alguna Región Hidrológica Prioritaria. Se localiza muy cercana a la Cuenca Media y Alta del Río Coatzacoalcos, como se puede observar en la figura 3. 10.

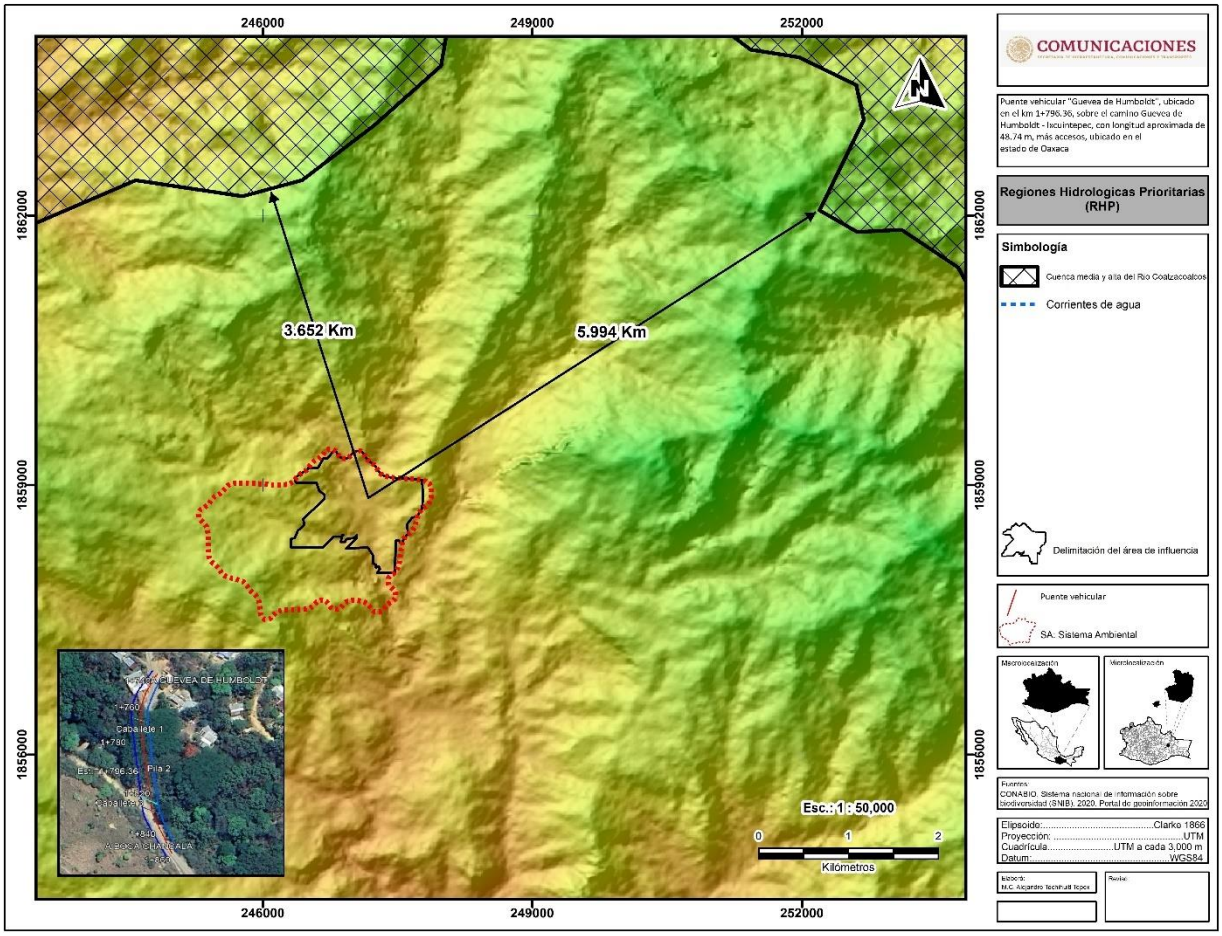


Figura 3. 10 Localización de las Regiones Hidrológicas Prioritarias

3.5. PLANES DE DESARROLLO

3.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) fundamentado en la Constitución se establece como un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. En él, se delinean las políticas social, económica, interior y exterior, que establecen el marco que normará la acción del Gobierno de México, así como programas derivados de esas políticas.

En el PND 2019-2024, estableció entre sus lineamientos un modelo de desarrollo respetuoso de los habitantes y del hábitat, equitativo, orientado a subsanar y no a agudizar las desigualdades, defensor de la diversidad cultural y del ambiente natural, sensible a las modalidades y singularidades económicas regionales y locales, consciente de las necesidades de los habitantes futuros del país, a quienes no podemos heredar un territorio en ruinas.

Este proyecto se vincula con el Capítulo II *Política Social, en su apartado Desarrollo sostenible:*

> "El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la

> capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades [….]. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno". (Plan Nacional de Desarrollo)

También se encuentra vinculado con el principio rector del PND: *No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera; el crecimiento económico excluyente, concentrador de la riqueza en unas cuantas manos, opresor de sectores poblacionales y minorías, depredador del entorno,* no es progreso sino retroceso. Somos y seremos respetuosos de los pueblos originarios, sus usos y costumbres y su derecho a la autodeterminación y a la preservación de sus territorios; propugnamos la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, [….]. Propugnamos un modelo de desarrollo respetuoso de los habitantes y del hábitat, equitativo, orientado a subsanar y no a agudizar las desigualdades, defensor de la diversidad cultural y del ambiente natural, sensible a las modalidades y singularidades económicas regionales y locales y consciente de las necesidades de los habitantes futuros del país, a quienes no podemos heredar un territorio en ruinas.

Otro punto importante en el PND es el programa de *Construcción de Caminos Rurales,* el cual ya está en curso que permitirá comunicar 350 cabeceras municipales de Oaxaca y Guerrero con carreteras de concreto; generará empleos, reactivará las economías locales y desalentará la migración. El proyecto se vincula al coadyuvar al cumplimiento de este programa, que permitirá la comunicación entre las comunidades cercanas, beneficiando las actividades económicas de sus habitantes.

Vinculación

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto, se enlaza con el programa de *Construcción de Caminos Rurales* del PND, al tratarse de la construcción de un puente sobre un camino rural en el Estado de Oaxaca, atendiendo, además de una necesidad prioritaria de la población vulnerable que requiere de esta vía de comunicación, el pleno cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales de sitio respetando la normatividad y los estudios necesarios en materia ambiental como la Manifestación de Impacto Ambiental, primer paso para ejecutar la obra bajo medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales contribuyen al desarrollo sostenible pues en la etapa de construcción el proyecto generará empleos temporales y en la etapa de operación se favorecerá la movilidad segura de personas y bienes, de esta manera el proyecto se vincula perfectamente con el PND y se fortalecen los beneficios sociales y económicos sin afectar el medio ambiente.

Otro punto que hay que destacar es respecto a los recursos públicos se aplican de manera estratégica bajo principios de austeridad, respeto, sin corrupción activando la economía local con la creación de empleos temporales desde la ejecución operativa del proyecto.

3.5.2 Planes Estatales de Desarrollo

3.5.2.1 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022-2028.

El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022-2028, establece que el Estado organizará un sistema de planeación del desarrollo local, en coordinación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática, lo que ha implicado un amplio trabajo de coordinación entre distintas dependencias y entidades de la administración pública estatal. El plan está estructurado en cinco ejes programáticos con cuatro ejes transversales de Igualdad de Género, Desarrollo Sostenible y Cambio Climático, Interculturalidad Niñas, Niños y Adolescentes:

1. Estado de bienestar para todas las oaxaqueñas y los oaxaqueños

El objetivo es mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de grupos de atención prioritaria y sectores con una propensión mayor a la vulnerabilidad.

2. Gobierno honesto, cercano y transparente al servicio de los pueblos y comunidades

Vigilar las finanzas para garantizar que los recursos se ejerzan con apego a los principios de austeridad, eficiencia, eficacia, transparencia y honestidad.

3. Seguridad y justicia para vivir en paz

Construir un espacio de seguridad, justicia, igualdad y bienestar, en el cual se fomente la reparación integral, la participación y el respeto a los derechos humanos, generando una cultura de cohesión y previsión social en donde las y los oaxaqueños puedan vivir en paz.

4. Crecimiento y desarrollo económico para las ocho regiones

Construir las bases para el desarrollo integral y sustentable de las ocho regiones de Oaxaca mediante el desarrollo de las vocaciones productivas de cada una de ellas, integrándolas en una estrategia general de crecimiento económico que permita fortalecer la producción local y lograr que el estado se convierta en el motor económico del sur de México.

5. Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo de Oaxaca

llevar infraestructura y servicios básicos a todas las comunidades, priorizando la inclusión, la universalidad y pagar así la deuda histórica del Estado con las oaxaqueñas y oaxaqueños.

El tema 5.2, Caminos y carreteras tiene el objetivo de mejorar y disminuir el aislamiento geográfico, generalmente originado por la ausencia o mala condición de las vías de comunicación ocasionando una mayor dificultad para el desarrollo de actividades comerciales, el abastecimiento de productos básicos de consumo, el acceso a servicios públicos, y en consecuencia incide en los niveles de pobreza y marginación.

La red carretera actualmente presenta condiciones que oscilan entre regulares y malas, en consecuencia, los esfuerzos por mantenerla en buenas condiciones de tránsito se ven minimizados. Las malas condiciones impiden la accesibilidad y conectividad terrestre hacia las diferentes regiones

del estado, dificultando el transporte de personas y de carga, el acceso de los servicios de salud, educación y la realización de actividades productivas y turísticas.

Es evidente la falta de infraestructura carretera y poca conservación de la existente. Insuficientes medios de transporte. Además de los fenómenos meteorológicos que afectan las vías de comunicación, particularmente las carreteras, caminos y puentes.

El tema del medio ambiente y biodiversidad quedo plasmado en el plan con el objetivo es impulsar el desarrollo sustentable mediante políticas públicas para la protección y conservación de los recursos naturales, la preservación del equilibrio ecológico y la promoción de una cultura ambiental, considerando la participación social y respetando los derechos de los pueblos indígenas.

Construir, ampliar y reconstruir caminos rurales Este proyecto contribuye a complementar el programa de caminos rurales, cuyo objetivo es mejorar la accesibilidad de infraestructura carretera. Con el uso intensivo de mano de obra local, para fortalecer su economía. Esta obra ha sido solicitada por la comunidad para disminuir los riesgos al trasladarse, sobre todo en periodo de lluvias.

Dadas las condiciones de los caminos rurales y las necesidades que requieren para ser cubiertas a la brevedad, el proyecto de construcción del puente contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de la población de las comunidades de Xicalpextle y Guevea de Humboldt (cabecera municipal), en la tabla siguiente se muestra la vinculación del proyecto con el PED de Oaxaca 2022-2028.

Tabla 3. 9 Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo

Acciones específicas del Plan Estatal	Vinculación con el Proyecto
Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.	El puente permitirá la comunicación con comunidades que forman parte del municipio como: Xicalpextle. Además de facilitar su movilidad hacia otros caminos para poder llegar a las regiones con más desarrollo y beneficiando sus actividades productivas que contribuyan de manera importante al desarrollo local del municipio.
Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y reconstrucción de la red carretera y caminera.	El tequio es una de las actividades más representativas de las comunidades rurales e indígenas, en las que el trabajo comunitario permite la integración al tejido social generando una corresponsabilidad entre sus integrantes. En la puesta en marcha del proyecto se busca integrar a la comunidad con trabajo temporal remunerado directa o indirectamente beneficiando a la población de la comunidad.
Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.	De igual manera el proyecto contribuye a lograr esta acción, cubriendo una necesidad prioritaria para pequeñas localidades generalmente alejadas de los principales centros de población.
Construir, ampliar y reconstruir caminos rurales	Este proyecto contribuye a complementar el programa de caminos rurales, cuyo objetivo es mejorar la accesibilidad de infraestructura carretera. Con el uso intensivo de mano de obra local, para fortalecer su economía. Esta obra ha sido

	solicitada por la comunidad para disminuir los riesgos al trasladarse, sobre todo en periodo de lluvias.

3.5.4 Plan Municipal de Desarrollo

Los planes de desarrollo municipales parten de la importancia de la planificación para el desarrollo local, que, de acuerdo a diversos autores, es un proceso de construcción de un proyecto colectivo o consensuado capaz de implementar las transformaciones necesarias en la realidad, que lleven a un futuro deseado; que permitan prever y evaluar los cursos de acción alternativos con decisiones adecuadas y racionales, que sirvan de base para la acción futura". Otro elemento presente está en las condiciones de escasez de recursos para alcanzar los objetivos planteados (Siedenberg, 2010; Buarque, 1999; Aguilar, 2006). Un punto clave es que los objetivos de desarrollo estén definidos desde la comunidad y sus problemáticas, en donde los municipios cumplan con sus obligaciones constitucionales y legales, entre las que se encuentra la realización de un plan municipal de desarrollo (PMD).

El Plan de Desarrollo Municipal de Guevea de Humboldt 2020 -2022, busca coadyuvar al desarrollo social, económico y ambiental del municipio, el cual implica un esfuerzo de coordinación entre las demás autoridades municipales y con la población con el objetivo de incrementar su calidad de vida.

El PMD como instrumento de planeación se realizó con bajo un enfoque integral, transversal y sostenible, que, a partir de la intervención democrática en los talleres de planeación participativa, los pobladores expusieron sus necesidades inmediatas y la situación real y latente de cada una de las problemáticas que aqueja a sus localidades. El trabajo atiende de manera directa las necesidades prioritarias en cada una de las 17 agencias del municipio, con base en la responsabilidad social, tolerancia, respeto, transparencia y rendición de cuentas, a través del enfoque basado en resultados de la Metodología de Marco Lógico y visibilizado en la estructura de los objetivos, estrategias, líneas de acción y proyectos (H. Ayuntamiento de Guevea de Humboldt [HAGH], 2022). Los trabajos se realizaron bajo los planteamientos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y se plantearon cinco ejes temáticos y estrategias transversales (igualdad de género, asuntos indígenas y derechos de niñas, niños y adolescentes.

Eje 1. Personas	Eje 2. Planeta	Eje 3. Prosperidad	Eje 4. Paz	Eje 5. Alianzas
•Eduacación •Salud •Vivienda •Acceso a la alimentación •Migrantes •Cultura y arte	•Uso racional de los recursos naturales •Manejo de residuos sólidos •Desarrollo urbano y ordenamiento territorial	•Empleo •Productividad agropecuaria •Infraestructura pública •Caminos y comunicaciones	•Seguridad pública municipal •Procuración de justicia •Presención y protección de desastres	•Finanzas públicas municipales •Coordinación y gestión municipal •Transparencia y rendición de cuentas

En la tabla 3.10, se describe de manera puntual cada uno de los puntos donde el proyecto se vincula con el PDM en los apartados donde se hace referencia a caminos, carreteras y puentes del municipio de Guevea de Humboldt basados en los lineamientos para la priorización de obras.

Tabla 3. 10 Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Guevea de Humboldt

Ejes de Desarrollo	Descripción	Vinculación
Planeta Uso racional de los recursos naturales	Elaborar un reglamento interno para la conservación de los recursos naturales	No aplica, pero para el caso del proyecto este atenderá los lineamientos internos del municipio para propiciar la conservación, manejo y protección de sus recursos naturales. Los resultados del estudio de flora y fauna servirán para que identifiquen con que recursos cuentan y su estado de conservación.
Manejo de residuos sólidos	Contar con un buen manejo de los residuos sólidos en el municipio y sus localidades. Implementar un sistema coordinado del manejo, separación y desecho de los residuos sólidos.	No aplica. Sin embargo, durante el tiempo que dure la obra no se contribuirá a la contaminación. Realizando una adecuada disposición final de los residuos generados durante la obra, al igual que los generados por el personal que trabajará en la misma, con el fin de disminuir la contaminación por desechos a agua y suelo del sitio de construcción del puente, de tal manera que contribuya con el objetivo del PMD de Guevea de Humboldt
Desarrollo urbano y ordenamiento territorial	Regular el ordenamiento territorial y desarrollo urbano en Guevea de Humboldt con la elaboración de un Plan de desarrollo urbano. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.	Con la construcción del Puente se apoya el ordenamiento del desarrollo urbano y mejora la infraestructura vial del municipio.
Eje Prosperidad: Caminos y comunicaciones	Disminuir las brechas de comunicaciones, respecto a los caminos y carreteras. La carretera que conduce al municipio de Guevea no se encuentra en buenas condiciones ya que ha sido afectada por las lluvias, sin embargo, es de gran importancia ya que comunica 26 comunidades indígenas de la sierra mixe, Restaurar los caminos y carreteras en mal estado.	El proyecto contribuirá a mejorará la movilidad y comunicación entre localidades e impulsará el desarrollo de las mismas, facilitando el traslado e intercambio de mercancías y el desarrollo de sus actividades productivas.
Eje Prosperidad Empleo	Incrementar los porcentajes de empleo y actividades económicas productivas en el municipio.	El proyecto generará empleos temporales de manera indirecta y directa contribuyendo el desarrollo económico de los habitantes del municipio.

Estrategias transversales Asuntos indígenas	En el municipio, un alto porcentaje de la población se considera indígena, por lo tanto, de manera colectiva se persiguen los derechos a la libertad, paz y seguridad, teniendo como resultado entornos libres de violencia y discriminación por pertenecer a un grupo indígena.	El proyecto no está enfocado a garantizar la inclusión de los pueblos indígenas, sin embargo, en los programas de empleo temporal no se realizará exclusión de personas de origen indígena o de cualquier otro grupo, fomentando el respeto y la inclusión.

3.5.3. Planes Sectoriales.

3.5.3.1 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 (PSCyT), se constituye como un instrumento rector de planeación, que conducirá los esfuerzos del sector en su conjunto, en donde, se identifican objetivos y estrategias prioritarias, acciones puntuales, así como las metas de bienestar y parámetros para dar cumplimiento a la misión de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte (SICT), que pretende fundamentalmente, contribuir al bienestar social y al desarrollo regional de nuestro país, teniendo como principios rectores entre otros, *no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera y por el bien de todos, primero los pobres.* Dando cumplimiento al objetivo primordial del PND en los rubros que son competencia de SICT. Se estructura en torno a cuatro objetivos prioritarios, de los cuales, dos son lo que vincula con el desarrollo de infraestructura carretera como el que nos ocupa (Ver tabla 3.11).

Tabla 3. 11 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

Objetivo prioritario	Estrategia prioritaria	Acción puntual que se relaciona con el proyecto	Vinculación
1. Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición,	1.1 Mejorar el estado físico de la Red Carretera Federal a través de la conservación y reconstrucción para aumentar el bienestar, la conectividad y seguridad de los usuarios de la infraestructura carretera.	Atender prioritariamente los puentes y los tramos carreteros en regular y mal estado de la Red Carretera Federal.	El proyecto atiende perfectamente este objetivo con la construcción y modernización del puente que comunicará la localidad de Xicalpextle y Guevea de Humboldt, manteniendo con ello la conectividad de poblaciones rurales e impulsando su desarrollo.

con visión de desarrollo regional e intermodal.	1.2 Mejorar la seguridad vial en la Red Carretera Federal para el bienestar de todos los usuarios.	1.2.1 Atender los puntos de conflicto en la Red Carretera Federal. 1.2.3 Reforzar los programas de señalamiento horizontal, vertical y barreras de protección en la Red Carretera Federal, conforme a la normatividad vigente.	La construcción del puente además de unir el camino rural existente reducirá riesgos para los pobladores, quienes se exponen diariamente al cruzar el arroyo sobretodo en temporada de lluvias. Además, el puente contará con los señalamientos necesarios.
	1.3 Transparentar todo el proceso de gestión de obra pública para disminuir la corrupción y garantizar la calidad de la obra.	No aplica	
	1.4 Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación.	1.4.6 Construir y modernizar la infraestructura carretera para el desarrollo regional.	Con la construcción del puente se contribuye a modernizar la infraestructura carretera y mejorar la calidad de vida de las comunidades apoyando su seguridad y accesibilidad, sumándose a las iniciativas del PND y el Plan de Desarrollo del Estado de Oaxaca.
	1.5 Mejorar la planeación y prospectiva de la infraestructura carretera, para contar con procesos sólidos y ágiles de terminación de obra y detectar oportunamente las necesidades futuras de la infraestructura carretera.	1.5.7 Realizar los estudios y proyectos y gestionar los permisos pertinentes para desarrollar infraestructura carretera.	El Proyecto está sustentado en estudios topohidráulicos y normas de la SICT que garantizan el funcionamiento y seguridad de la construcción del puente. La presente MIA corresponde a la planeación del proyecto para cumplir con los requerimientos legales ambientales para su autorización.
2. Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del	2.5 Diseñar e implementar las acciones que garanticen la calidad del servicio, la inclusión de los grupos vulnerables y la sustentabilidad del transporte.		El proyecto permitirá mejorar el acceso y comunicación entre las comunidades rurales,

transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento, cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.		donde la mayoría de los pobladores son de bajos recursos. Esta obra es requerida y solicitada por la comunidad. Con el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental, propuestas por el estudio, se cumple con el enfoque de sostenibilidad en sus tres ejes: económico, social ambiental.

3.5.3.1 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social, sus objetivos prioritarios, estrategias prioritarias y acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al *desarrollo sostenible* establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. En el cuadro que se muestra a continuación se enlistan los cinco objetivos prioritarios del PROMARNAT, como se indica en la tabla 3.12.

Tabla 3. 12 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

Objetivos prioritarios del PROMARNAT	Estrategias y líneas de acción del PROMARNAT	Vinculación con el proyecto
Objetivo 1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.	No Aplica	
Objetivo 2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en	**Estrategia prioritaria 2.1.** Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño,	No aplica. Aun cuando el proyecto no está dirigido a reducir la vulnerabilidad al

carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.	integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población.	cambio climático, el mejorar la infraestructura vial, permite reducir tiempos de traslado y reduce el uso de combustibles, contribuyendo de esta manera a reducir las emisiones contaminantes y los gases de efecto invernadero. Es importante considerar que el proyecto tiene un impacto más notable a nivel local y municipal, ya que la construcción del puente, a petición de los pobladores, beneficia a las rancherías rurales aledañas y reduce el riesgo ante las posibles crecidas del arroyo durante las temporadas de lluvias. A un nivel más amplio, este tipo de proyectos es indispensable para el desarrollo económico y social del estado de Oaxaca, ya que eleva la competitividad de la economía al satisfacer las condiciones básicas para el avance de las actividades productivas.
	Estrategia prioritaria 2.2. Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales.	
	Estrategia prioritaria 2.3. Fortalecer y alinear instrumentos de política y medios de implementación para la mitigación y adaptación al cambio climático, asegurando la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno y la participación social.	
	Estrategia prioritaria 2.4. Promover el desarrollo y fortalecimiento coordinado de capacidades institucionales de los diferentes órdenes de gobierno para su participación en la planeación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación, así como reporte de medidas de mitigación y adaptación, con respeto a los derechos colectivos.	
	Estrategia prioritaria 2.5. Fomentar la educación, capacitación, investigación y comunicación en materia de cambio climático para motivar la corresponsabilidad de los distintos agentes en los esfuerzos de mitigación y adaptación, con enfoque biocultural.	
Objetivo 3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.	**Estrategia prioritaria 3.1.** Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.	No aplica. El proyecto no tiene como fin la promoción del cuidado del agua, sin embargo, el proyecto se alinea al cuidado del medio ambiente. En este caso de manera particular el cuidado del arroyo Nizavia, no se permitirá que se arrojen materiales o residuos al cauce tampoco en las zonas aledañas
	Estrategia prioritaria 3.2. Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sustentable de los sectores productivos	
	Estrategia prioritaria 3.3. Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de	

	garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos	para evitar la contaminación del agua y suelos.
Objetivo 4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.	**Estrategia prioritaria 4.1.** Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación. **Estrategia prioritaria 4.2.** Fomentar el cambio y la innovación en los métodos de producción y consumo de bienes y servicios, a fin de reducir la extracción de recursos naturales, el uso de energía y minimizar los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente.	En el capítulo 6 se desarrollan las medidas de prevención, mitigación e impacto ambiental para evitar, disminuir y/o compensar los daños ambientales generados por el proyecto.
Objetivo 5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.		No aplica

3.5.4 Programa Nacional de los Pueblos Indígenas 2018-2024

El Programa Nacional de los Pueblos Indígenas resalta la importancia de México como la cuarta nación en diversidad biológica en el mundo que en su mayoría se encuentra en territorios indígenas y se combina con la riqueza cultural de los pueblos. Cerca de 50% de las cabeceras más importantes de las cuencas hidrográficas del país están ocupadas por pueblos indígenas; las regiones de mayor precipitación pluvial están en sus territorios donde se capta el 23.3% del agua del país. La cuarta parte de la propiedad social del país se encuentra asentada en territorios de los Pueblos Indígenas, misma que corresponde a 4,786 ejidos y 1,258 comunidades agrarias; además existen 304 mil unidades de pequeña propiedad. Gran parte de la riqueza del subsuelo y del aire se ubica en territorios de los Pueblos Indígenas.

En este sentido, el Gobierno de México presenta las premisas fundamentales como: fortalecer los procesos de autonomía y formas de organización propias; consolidar sus formas de participación efectiva en el diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas y programas de gobierno que les atañen y fomentar el aprovechamiento sostenible de sus tierras, territorios y recursos naturales, así como la distribución justa y equitativa de la riqueza, para combatir la lacerante pobreza y marginación en que se encuentran. Además, el Programa busca la integración de ese sector de la población en las obras que afecten su territorio y modo de vida. El programa cuenta con nueve objetivos con sus respectivas estrategias y líneas de acción. El proyecto para la construcción del Puente vehicular "Guevea de Humbodlt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de

Oaxaca, se vincula con el objetivo: 3. *Acciones de infraestructura social, de comunicaciones, conectividad y radiodifusión en comunidades indígenas y afromexicanas.* En la tabla 3.13, se muestra la vinculación del proyecto con la línea de acción el programa Nacional de Pueblos Indígenas. Guevea de Humboldt y sus localidades eran consideradas como *pueblo indígena hasta 2010, en el catálogo 2020 ya no forman parte del listado*. Solo se tomará como referente de algunas de las acciones propuestas en el programa. En la figura 3.11, se muestra la ubicación de los pueblos indígenas del sitio del proyecto y cercanas al mismo, en 2010.

Tabla 3. 13 Vinculación del proyecto con el Programa Nacional de Pueblos Indígenas

Estrategia de acción	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
Construcción y modernización de caminos rurales para la integración territorial y las comunicaciones.	3.2.1. Apoyar en la construcción y modernización de caminos rurales y carreteras alimentadoras. 3.2.3. Pavimentación de caminos a cabeceras municipales indígenas.	Este proyecto consiste en la construcción del puente vehicular "Guevea de Humbodlt", para que todo el año sea seguro cruzar el arroyo Nizavia para las comunidades rurales que hasta el 2010, eran consideradas indígenas.

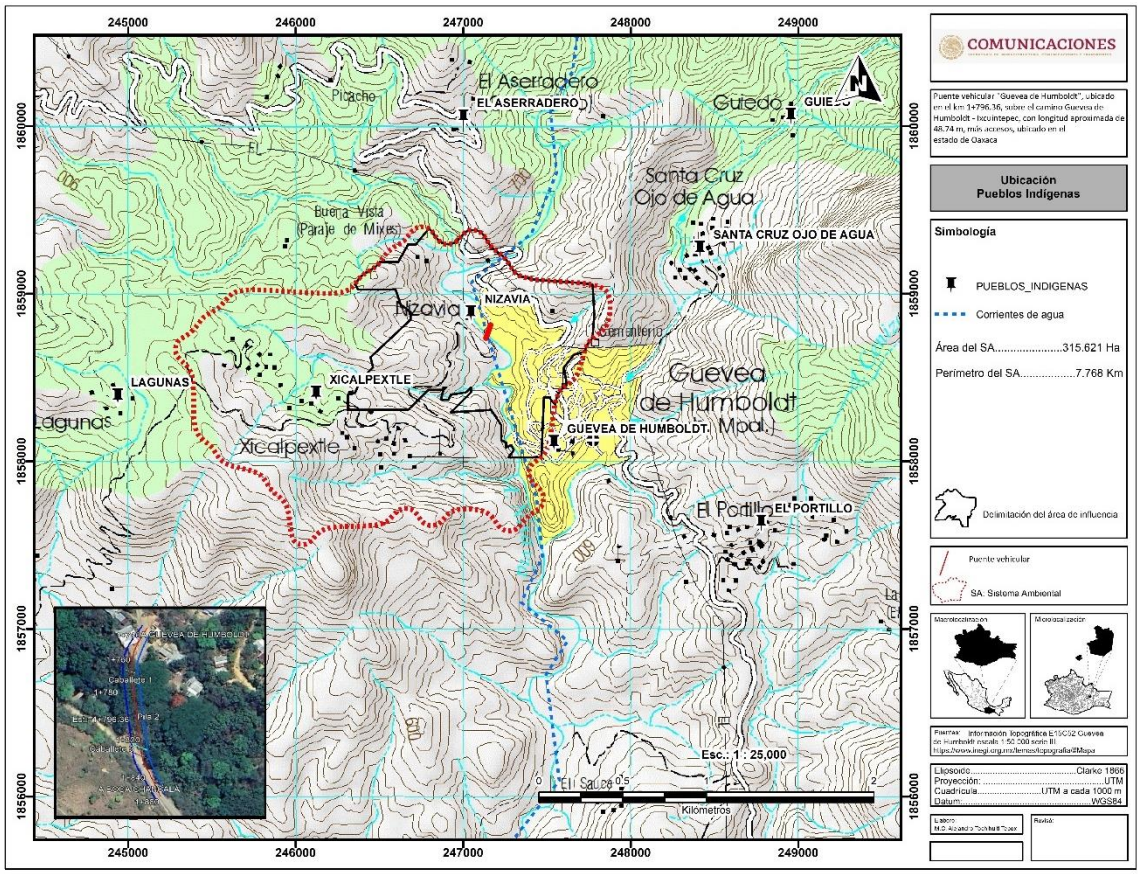


Figura 3. 11 Ubicación de pueblos indígenas del área del proyecto y comunidades aledañas. 2010

3.6. NORMATIVIDAD APLICABLE.

3.6.1. Leyes Federales



3.6.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El Artículo 4o. de la Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos, en su última reforma de 2021, en su párrafo quinto señala que "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar". De tal forma que con el desarrollo del presente proyecto se deberán medir y mitigar los posibles impactos generados al medio ambiente.

El Artículo 26 señala que habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente todos los programas de la Administración Pública Federal; con respeto al ambiente y en el caso de afectaciones aplicar adecuadamente las medidas de mitigación específicas propuestas.

3.6.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental.

En materia de política ambiental y de conservación del Ambiente, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) establece en los Artículos 6°, 7° y 8° las esferas de competencia y responsabilidades para los gobiernos Federal, Estatales y Municipales. Los gobiernos estatales y municipales deberán legislar y establecer normas sobre los asuntos que son materia de su competencia en lo que se refiere a la preservación, control y restauración de los ecosistemas y/o conservación de los recursos naturales en los términos del Artículo 10 (DOF, 2021). Los principios de política ambiental a que se sujetará el Gobierno Federal son los que especifican los Artículos 15 y 16, buscando siempre el aprovechamiento racional de los recursos y la promoción de un desarrollo

sustentable, de tal manera que las acciones y actividades económicas que se lleven a cabo no pongan en riesgo la sustentabilidad y disponibilidad de los recursos y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

Esta ley contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo del presente proyecto. Así, en el XX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

XXI.- Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;

En su ARTÍCULO 5o.- Son facultades de la Federación:

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes. Así, en el Artículo 28 se establece que la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades tengan sobre el ambiente.

ARTÍCULO 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

XVI.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 35 BIS 2 de la presente Ley;

XIV.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial;

XVII.- Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas.

En su ARTÍCULO 11, fracción 3. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, con excepción de las obras o actividades siguientes: a) Obras hidráulicas, así como vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos, b) Industria del petróleo, petroquímica, del cemento, siderúrgica y eléctrica.

Vinculación

El proyecto atiende los lineamientos de la presente ley, es base para la elaboración de la actual MIA. Respetando los procedimientos para alcanzar el dictamen favorable. En el entendido que las acciones y actividades que puedan generar un impacto sobre el medio ambiente en el sitio del proyecto, estén debidamente atendidas con las medidas de mitigación y de más lineamientos legales en materia ambiental.

3.6.1.2 Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 5, del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental indica 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 inciso b) vías generales de comunicación entre las que se señalan construcción de carreteras y puentes. En su artículo 10, las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en su modalidad Particular (CDHCU, 2014).

Vinculación

La construcción del puente generará mínimos impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, ya que la obra se realizará sobre campos de cultivos y vegetación raparía, sin embargo, con las medidas de mitigación se espera que disminuyan aún más.
El proyecto responde a lo indicado en el reglamento y la entrega de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, para su evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado por el criterio. Contiene toda la información mencionada en este artículo. La construcción del puente generará mínimos impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, ya que la obra se realizará sobre parte de camino existente, con presencia de zona urbana con cambios derivados de las mismas actividades antropogénicas. En el área del proyecto y en las orillas de ríos además de vegetación riparia existen campos de cultivo principalmente café. Mediante las medidas de mitigación propuestas los impactos serán atendidos. El proyecto requiere ser autorizado por la SEMARNAT. Una vez revisada esta Ley, en todos sus términos, se verificó que, para realizar la obra mencionada anteriormente, no existe restricción alguna para su ejecución.

3.6.1.3 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

El ámbito de la aplicación de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal en su Artículo 1o. Tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Capítulo I. Del ámbito de aplicación de la ley.
"Art. 2º. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:
I.- Camino o carreteras: Los que entronquen con algún camino de país extranjero; Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.
V. Puentes Nacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión o permiso federales por particulares, estados o municipios en los caminos federales, o vías generales de comunicación; o para salvar obstáculos topográficos sin conectar con caminos de un país vecino,
X3.- Tránsito: La circulación que se realice en las vías generales de comunicación.
XV.- Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

Título Segundo. De los Caminos y Puentes

Artículo 5o. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares

Capítulo único. De la construcción, conservación y explotación de los caminos y puentes.

Art. 22º. Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes. La Secretaría por sí, o a petición de los interesados, efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material necesarios para tal fin. La compraventa o expropiación se llevará a cabo conforme a la legislación aplicable.
Los terrenos y aguas nacionales, así como los materiales existentes en ellos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes conforme a las disposiciones legales.

Vinculación

La construcción del puente forma parte de un camino rural de fundamental importancia por ser infraestructura de utilidad pública. La ley define conceptos básicos que conforman el proyecto ejecutivo, elaborado conforme a la normatividad que regula a esta actividad y establece el ámbito de competencia.

3.6.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Esta ley tiene el objeto de regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.
Así tenemos que las definiciones que aplican son:

- VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales
- LXXX. Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

De acuerdo con la Sección Primera de los Trámites en Materia Forestal Artículo 69. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.
En la Sección Séptima, Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en su Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.
En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.
Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas

de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

De acuerdo con la Sección Primera De los Trámites en Materia Forestal

Artículo 69. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

Sección Séptima
Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales,

Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.

Así mismo en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se establece.

Artículo 2. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 7 de la Ley, se entenderá por:

Vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, Selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

Vinculación

Para la ejecución del proyecto **no se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)**, una parte del proyecto se desarrollará sobre el camino existente, la superficie de afectación comprende 230 m^2 de sentamientos humanos, vegetación riparia 236 m^2,

vegetación ruderal arvense 213.1 m^2, de cercos vivos 172.1 m^2 y 109 m^2 sobre el cauce del arroyo Nizavia.

3.6.1.5 Ley de Aguas Nacionales.

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable (Art. 1).

En su Artículo 2, señala que las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Para efectos de la presente ley define los conceptos utilizables, de los cuales aplican al presente proyecto los siguientes:

VI. "Aguas Residuales": Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas;

XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

XIV. "Condiciones Particulares de Descarga": El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella;

XXII. "Descarga": La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;

XL. "Permisos": Para los fines de la presente Ley, existen dos acepciones de permisos: a. b. "Permisos": Son los que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción de obras hidráulicas y otros de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley;

XLV3. "Río": Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar;

En el Titulo Séptimo, Capítulo I, Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de

disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Vinculación

Para preservar el cuidado de las aguas del arroyo Nizavia y evitar su contaminación, el agua requerida durante se abastecerá de fuentes particulares como aprovechamiento de agua subterránea (pozos) directa o de la compra de pipas o al municipio, dejando claro que el proyecto no contempla la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en ninguna de las fases de construcción del puente. Por otra parte, el promovente cumplirá con las disposiciones del Artículo 86 BIS 2, referentes a la prohibición de arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales basura, materiales, desechos o residuos. Se recomienda realizar la obra durante la temporada de estiaje cuando el cauce del arroyo es mínimo, para no generar daños al ecosistema y vegetación riparia.

En lo relativo a los permisos necesario por la Conagua se deben realizar posterior al resolutivo de la MIA por la Dirección general de riesgo e impacto ambiental (DGIRA), parte de la SEMARNAT de acuerdo a la normativa indicada por la dependencia

3.6.1.6 Ley general de vida silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene como fin la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Con relación al proyecto que se evalúa se vincula en los artículos en los que la Ley dispone (CDHCU, 2021b):

Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Reglamento de la Ley general de vida silvestre en su Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría.

Vinculación

La vinculación de la presente ley y su reglamento con el proyecto, está indicada respetar y cumplir los requisitos relacionados con el hábitat de diversas especies. En este estudio, en el capítulo IV se mencionan las especies de fauna silvestre encontradas en el área del proyecto y su zona de influencia identificadas en campo, verificadas en base de datos oficiales y en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010., que señala las especies en riesgo, a partir del cual se realizarán las medidas de mitigación mencionadas en el capítulo VI, y en el Programa de Protección y Conservación de fauna silvestre con el objetivo de minimizar los efectos negativos de la construcción del puente sobre la vida silvestre y su hábitat.

3.6.1.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Esta Ley, LGPIR, tiene como objetivo la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial para prevenir la contaminación provocada por estos residuos y llevar a cabo su remediación en caso de que ésta ya haya sido provocada (CDHCU, 2021). El proyecto cumplirá con sus disposiciones a lo largo de la vida útil del proyecto, mediante el manejo adecuado de los residuos generados en las distintas etapas del proyecto y evitando, o en su caso atendiendo, las posibles afectaciones que se pudieran presentarse durante las mismas.

Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas:

3. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados.

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:

IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general

X. Los neumáticos usados

Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.

Vinculación

El proyecto atenderá la clasificación, el manejo y disposición final indicados en la presente ley. El tipo de residuos que serán generados durante la obra son: residuos sólidos urbanos, de tratamiento especial y peligroso. Cumpliendo con el Capítulo II, Categorías de Generadores y Registro, los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán cumplir con las fracciones del Art. 47, se contratará a una empresa especializada que está obligada a registrarse como pequeña generadora y ejecutar un plan de manejo y los servicios para el transporte y disposición final de residuos peligrosos.

En conformidad con el artículo 9, el promovente deberá solicitar ante, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca (SEMAEDESO), la autorización para los sitios de tiro o desperdicio, que, de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia, el material producto de despalme se propone para el recubrimiento de los taludes o puede utilizarse como material de terraplenes. Si existiera un material que no se ocupe en las terrecerías se deberá tener un banco de desperdicio autorizado por la misma secretaría.

En este estudio no se presenta la ubicación de los bancos de tiro, debido a que son conceptos que le corresponden a las empresas contratistas asignadas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes mediante procesos licitatorios conforme lo marca la Ley de Obras Públicas; siendo éstas las que ubicaran el sitio de acuerdo a su conveniencia en el concepto de acarreos y al acuerdo que lleguen con los ejidatarios para la ocupación de los terrenos siempre y cuando tramiten la autorización antes mencionada.

3.6.1.8 Ley General de Cambio climático

Artículo 1o. La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias

antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

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

XIV. Formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración, actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales; así como requerir la información necesaria para su integración a los responsables de las siguientes categorías de fuentes emisoras: a) Generación y uso de energía; b) Transporte; c) Agricultura, ganadería, bosques y otros usos de suelo; d) Residuos; e) Procesos industriales, y f) Otras, determinadas por las instancias internacionales o las autoridades competentes.

Vinculación

En el proyecto de construcción del puente, producirá emisiones de gases contaminantes provenientes de la operación de motores de combustión interna de vehículos y maquinaria, mezclas asfálticas en caliente, planta trituradora y planta de asfalto. Las partículas sólidas provienen del despalme y acarreo de materiales pétreos y cementantes (cal). Para disminuir la emisión de gases efecto invernadero contaminantes durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el caso de fuentes móviles se cumplirá con la NOM-041-SEMARNAT-2006, 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, por lo que se deberá cumplir con las medidas de mitigación que se describen en el capítulo VI, respecto a la prevención de la contaminación atmosférica.

3.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Desde 1993 hasta la fecha se han hecho públicas diversas Normas Oficiales Mexicanas, relacionadas con la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. En la tabla 3.14 se describe como se vinculan con el proyecto.

Tabla 3. 14 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto

Materia	Ordenamiento Jurídico	Campo de Aplicación
RESIDUOS	**NOM-161-SEMARNAT-2011. (**DOF, 2013). Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. ANEXO NORMATIVO: LISTADO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL SUJETOS A PRESENTAR PLAN DE MANEJO: VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que	En la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo actividades de despalme y cortes; el material de despalme estimado en 1265 m^3 será colocado a la orilla del camino y tapado con lonas para evitar su arrastre para después ser utilizado en los arropes de taludes y tierra fértil para las actividades de reforestación; para este tipo de material no se utilizarían bancos de desperdicio. El volumen estimado de cortes y excavaciones es de 1298 m^3 que se

	se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.	utilizará para gaviones y represas en la base de los estribos. El volumen de terraplén es 2743 m^3
	NOM-052-SEMARNAT-2005. (SEMARNAT, 2006). Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Esta Norma se consultará para identificar los posibles residuos que sean considerados como peligrosos, para darles un manejo adecuado.	Será mínima la producción de residuos peligrosos dado que, en la utilización y manejo de equipo y maquinaria para la construcción del proyecto, serán contratadas compañías de las que previamente se verifique cuenten con las autorización y permisos (mostrar convenio), para el manejo y disposición final de residuos peligrosos, de acuerdo con las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que incluyen el cumplimiento de esta norma. El mantenimiento de vehículos se debe evitar en el sitio del proyecto, en caso de ser necesario, los residuos peligrosos deberán ser almacenados en un almacén temporal en tambos rotulados con tapa y definir el tiempo de recolección para la disposición final.
EMISIONES A LA ATMÓSFERA	**NOM-041-SEMARNAT-2015**. (SEMARNAT, 2015). Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores que usan gasolina como combustible. Esta norma es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera Esta Norma aplica para los vehículos automotores utilizados para el transporte de personal e insumos que circulen dentro del sitio del proyecto, por lo que se procurará que estén en condiciones óptimas y se verifiquen para cumplir con lo establecido en esta Norma.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, los propietarios y operadores de dichos vehículos deberán realizar un mantenimiento periódico a sus unidades con el objeto de reducir la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria y equipos, fijos y móviles; para cumplir con lo establecido en las presentes normas. No obstante, de que es reducido en número, tanto de las unidades como del tiempo de utilización de estas en el proyecto. Siendo el mayor uso en las etapas de preparación del sitio y de construcción; que es cuando se intensificarán las medidas de vigilancia, prevención y sanción correspondiente. Una vez iniciada la obra y mientras duran las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del camino, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan en su mayoría diésel, produciendo gases contaminantes como resultado de la combustión interna de los motores y partículas suspendidas en forma de humo, aunque la Norma excluye a los vehículos empleados en la construcción, se exigirá a los contratistas que lleven a efecto la construcción del
	NOM-042-SEMARNAT-2003. (SEMARNAT, 2015). Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas	

	natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	proyecto, el número de matrículas de sus equipos, la afinación de las mismas y que estos hayan sido verificados, para garantizar el cumplimiento de la norma y no sobrepasar los límites máximos permisibles.
	NOM-045-SEMARNAT-2017. (SEMARNAT, 2018) Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Esta Norma es obligatoria para los propietarios de vehículos que usan diésel como combustible y unidades de verificación. Se excluyen de su aplicación la maquinaria equipada con motores a diésel empleadas en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería Esta norma aplica para todos los vehículos que se utilicen en el acarreo de materiales de mejoramiento y así para evitar emisiones con opacidad que sobrepasen los límites establecidos en la presente Norma.	
RUIDO	**NOM-080-ECOL-1994.** (SEMARNAT, 2003) Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La presente Norma aplicará a todas las fuentes fijas que emitan ruidos como la trituradora y la planta de asfalto, por lo que se deberá dar mantenimiento constante a los equipos fijos y no fijos para evitar generar niveles de ruido que sobrepasen esta norma.
	NOM-081-ECOL-1994. (SEMARNAT, 2003) Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	
DESCARGAS	**NOM-001-SEMARNAT-1996**. (DOF: 6/01/1997). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Esta Norma tendrá actualizaciones este año 2021, pero aún no ha sido publicada en el DOF.	Aunque no se prevé la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua o al suelo, se deberá cuidar, en caso de verter líquidos residuales por el lavado de equipo o personal, que la concentración de contaminantes básicos no exceda el límite establecido (a través del monitoreo constante) y realizar acciones específicas (indicadas en las medidas de mitigación) para el control de la calidad del agua residual.
PROTECCIÓN DE ESPECIES	**NOM-059-SEMARNAT-2010**. (SEMARNAT, 2020) Proyecto de modificación del anexo normativo III Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	La fauna será ahuyentada a través de ruidos antes de iniciar las actividades diarias, sin embargo, si llegara a encontrarse alguna se garantizará su libre tránsito, así como la aplicación del Programa de Rescate y reubicación de fauna. Respecto a la vegetación afectada por la línea de ceros ninguna especie a remover

	Se deberá respetar cualquier especie nativa que llegue a encontrarse y no afectar más allá de lo establecido en el proyecto.	se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se plantea un programa de protección a la flora donde se plantea recuperar esquejes, semillas o plántulas de los sitios afectados y colecta en las zonas aledañas de semillas. para implementar un vivero temporal y utilizar las plantas producidas y resguardadas en la reforestación de 3.85 Ha.
SEGURIDAD	**NOM-011-STPS-2001. (**STPS, 2002) Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se aplicará medias de seguridad e higiene durante el proceso de preparación del sitio, constructivo y mantenimiento de la obra. En el sitio de proyecto deberán contar con almacén, extinguidor, botiquín completo, señalética (medidas preventivas), así como ubicar los hospitales y/o clínicas cercanas donde acudir en caso de algún accidente.
	NOM-017-STPS-2008. (STPS, 2018) Equipo de protección al personal, selección, uso, y manejo en los centros de trabajo.	Se vigilará que durante la ejecución de las actividades del proyecto el personal utilice equipo de protección obligatorio como chalecos, cascos, guantes, botas, lentes, etc.
DISEÑO GEOMÉTRICO	**PROY-NOM-012-SCT-2-2017.** (STPS, 2017) Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.	El proyecto se sujetará a la normativa mexicana de proyecto geométrico Norma de Proyecto Geométrico.

El proyecto contempla cumplir los lineamientos en normatividad ambiental y políticas ambientales institucionales vigentes, dando cumplimiento específico a los términos y condicionantes correspondientes de ser autorizada.

Referencias consultadas

Aguilar Villanueva, Luis F., Gobernanza y gestión pública, México, *Fondo de Cultura Económica*, 2006, p. 247

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Buarque, Sergio (1999). Metodologia de planejamento do desenvolvimento local e municipal sustentável, Brasilia, INCRA/IICA, Recuperado de: http://www.iica.org.br/docs/publicacoes/publicacoesiica/sergiobuarque.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (2022). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm

Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Gobierno del estado de Oaxaca, Poder ejecutivo. (2016). Programa de ordenamiento ecológico regional del territorio del estado de Oaxaca. *Periódico Oficial*.

H. Ayuntamiento de Guevea de Humboldt (2022). Plan Municipal de Desarrollo de Guevea de Humboldt, Oaxaca. 2020 - 2022.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2017). NOM-012-SCT-2-2017. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508944&fecha=26/12/2017#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5588344&fecha=04/03/2020#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5502499&fecha=26/10/2017#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6633/1/nom-161-semarnat-2011.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012a). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, *Diario Oficial de la Federación. Recuperado* https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4912592&fecha=23/06/2006#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003a). Norma Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://paot.org.mx/centro/normas/fed/pdf/nom-080-semarnat-1994.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003b). Norma Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/081.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE). Recuperado de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/subsistema-de-informacion-para-el-ordenamiento-ecologico-siore

Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. Recursos Naturales -Áreas Nutuales Protegidas. Recuperado de https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/areas-naturales-protegidas/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018) DOF, Diario Oficial de la Federación, Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2017. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5509975&fecha=03/01/2018#gsc.tab=0

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008) DOF, Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/240382/Nom-017.pdf

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012a). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Recuperado de https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

Sandoval Escudero, C. (2014). Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Serie Desarrollo Territorial. Recuperado de http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/53681/MetodosyaplicacionesAL.pdf

Siedenberg, D., Fundamentos e técnicas de planejamento estratégico, Santa Cruz do Sul, Edunisc, 2010.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

2024 Felipe Carrillo PUERTO

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO 4. Descripción del sistema ambiental señalamiento de la problemática detectada en el área de influencia del proyecto.





Contenido

4.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 111
4.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 113
4.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) 119
4.3.1. Medio abiótico 119
4.3.1.1. Clima 119
4.3.1.2. Geología 123
4.3.1.3. Relieve 127
4.3.1.4. Hidrología 129
4.3.1.5. Vegetación 135
4.3.1.6. Fauna 181
4.3.2. Medio socioeconómico 216
4.3.2.1 Paisaje 222
4.4 Diagnóstico Ambiental 226

Figura 4. 1. Área de influencia 112
Figura 4. 2.Construcción de Sistema ambiental por microcuenca 115
Figura 4. 3. Ubicación del SA en la cuenca y subcuenca 116
Figura 4. 4.Delimitación final del Sistema ambiental 117
Figura 4. 5.Unidades climáticas del SA 119
Figura 4. 6.Climograma de la estación Guevea de Humboldt. 120
Figura 4. 7.Calidad de aire 121
Figura 4. 8.Gráfico de calidad del aire ICA (Índice de Calidad del Aire), histórica: 29 122
Figura 4. 9.Gráfico de calidad del aire PM2.5 (Partículas pequeñas en el aire con un diámetro de 2,5 micrómetros o menos), histórica: 29. 122
Figura 4. 10.Mapa de Geología 125
Figura 4. 11.Regionalización sísmica de la República Mexicana 127
Figura 4. 12.Mapa de altimetría 129
Figura 4. 13.Mapa de escurrimientos 130
Figura 4. 14.Mapa de suelos 133
Figura 4. 15.Mapa de degradación de suelos 135
Figura 4. 16.Mapa de Uso de suelo y vegetación 136
Figura 4. 17.Forma y tamaño de las unidades de muestreo 140
Figura 4. 18. Forma y tamaño de las unidades de muestreo de la Vegetación riparia 142
Figura 4. 19.Imagen satelital de los sitios de muestreos 143
Figura 4. 20. Familias botánicas con mayor número de especies 152

Figura 4. 21 .Mapa de distribución de la especie Pinus chiapensis cataloga en la Nom-059- Semarnat 2010. 165
Figura 4. 22.Mapa de distribución de la especie Tillandsia concolor cataloga en la Nom-059- Semarnat 2010. 165
Figura 4. 23.Mapa de distribución de la especie Cedrela odorata cataloga en la Nom-059- Semarnat 2010. 166
Figura 4. 24. Usos de suelo y vegetación del Proyecto 172
Figura 4. 25 Individuos a remover por forma biológica 178
Figura 4. 26.Ubicación de los sitios de muestreo de fauna 183
Figura 4. 27 .Porcentaje de los grupos de fauna que se reportan en el SA. 192
Figura 4. 28.Porcentaje de los grupos de vertebrados que se reportan en el Área del proyecto y Área de influencia. 193
Figura 4. 29.Porcentaje de los grupos de vertebrados que se reportan en el Proyecto. 193
Figura 4. 30.Abundancia relativa de Anfibios, utilizando la propuesta de Pettingill SA (1969). 198
Figura 4. 31. Abundancia relativa de Reptiles, utilizando la propuesta de Pettingill SA (1969). 199
Figura 4. 32.Abundancia relativa de Aves, utilizando la propuesta de Pettingill. SA (1969). 201
Figura 4. 33.Abundancia relativa de Mamíferos, utilizando la propuesta de Pettingill. SA (1969). 203
Figura 4. 34.Abundancia relativa de Peces, utilizando la propuesta de Pettingill SA (1969). 204
Figura 4. 35.Abundancia relativa de anfibios. 204
Figura 4. 36.Abundancia relativa de Reptiles, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 205
Figura 4. 37.Abundancia relativa de Aves, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 207
Figura 4. 38.Abundancia relativa de Mamíferos, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 208
Figura 4. 39.Abundancia relativa de anfibios, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 209
Figura 4. 40.Abundancia relativa de Reptiles, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 210
Figura 4. 41.Abundancia relativa de Aves, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 211
Figura 4. 42 .Abundancia relativa de Mamíferos, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969). 212
Figura 4. 43.Distribución de las especies. 215

Tabla 4. 1.Coordenadas UTM área de influencia WGS84, Zona 14 N. 112
Tabla 4. 2.Coordenadas UTM del SA, Zona 14 N, WGS84. 117
Tabla 4. 3.Datos meteorológicos 120
Tabla 4. 4.Emisiones por tipo de fuente en el Estado de Oaxaca, durante el año 2016 123
Tabla 4. 5. Modelo geotécnico del sondeo 1. 126
Tabla 4. 6Modelo geotécnico del sondeo 2. 126
Tabla 4. 7. Altitudes del sitio del proyecto 128
Tabla 4. 8.Resultado de las mediciones de calidad de agua 131
Tabla 4. 9.Acuíferos del SA 132
Tabla 4. 10.Características del Acuífero de Tehuantepec. 132
Tabla 4. 11.Uso de suelo y vegetación del SA. 136
Tabla 4. 12.Coordenadas de los sitios de muestreo. 142
Tabla 4. 13.Listado florístico del Sistema ambiental 148
Tabla 4. 14.Composición florística del SA. 152
Tabla 4. 15.Índice de diversidad estrato arbóreo del SA. 152
Tabla 4. 16.Índice de diversidad del estrato arbustivo del SA. 153
Tabla 4. 17.Índice de diversidad del estrato herbáceo del SA. 154
Tabla 4. 18.Índice Valor de Importancia del estrato arbóreo del SA 155
Tabla 4. 19.Índice Valor de Importancia del estrato arbustivo del SA 156
Tabla 4. 20.Índice Valor de Importancia del estrato herbáceo del SA 157
Tabla 4. 21.Índice de diversidad estrato arbóreo del AI 158

Tabla 4. 22.Índice de diversidad del estrato arbustivo del AI 159
Tabla 4. 23.Índice de diversidad del estrato herbáceo AI 160
Tabla 4. 24.Índice Valor de Importancia del estrato arbóreo del AI. 161
Tabla 4. 25.Índice Valor de Importancia del estrato arbustivo del AI. 162
Tabla 4. 26.Índice Valor de Importancia del estrato herbáceo del AI. 163
Tabla 4. 27.Uso de suelo y vegetación del proyecto 171
Tabla 4. 28 .Descripción de proyecto actual 173
Tabla 4. 29.Dap y alturas de las especies a remover por la construcción del proyecto. 175
Tabla 4. 30.Listado de las especies a remover por la construcción del proyecto 177
Tabla 4. 31.Ubicación de los sitios de muestreo de fauna 182
Tabla 4. 32. Listado faunístico del Sistema Ambiental (SA). 187
Tabla 4. 33.Tabla Listado faunístico del Área del proyecto y Área de influencia 189
Tabla 4. 34.Tabla Listado faunístico del Proyecto 191
Tabla 4. 35.Tabla Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Anfibios dentro del SA 197
Tabla 4. 36 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Reptiles dentro del SA. 198
Tabla 4. 37.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Aves dentro del SA 199
Tabla 4. 38.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Mamíferos dentro del SA. 201
Tabla 4. 39.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Peces dentro del SA. 203
Tabla 4. 40.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de anfibios dentro del Área de influencia. 204
Tabla 4. 41.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de reptiles dentro del Área de influencia. 205
Tabla 4. 42.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Aves dentro del Área de influencia. 206
Tabla 4. 43.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Mamíferos dentro del Área de influencia. 207
Tabla 4. 44 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de anfibios dentro del Área del proyecto. 208
Tabla 4. 45.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de reptiles dentro del Área del proyecto. 209
Tabla 4. 46 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Aves dentro del Área del proyecto. 210
Tabla 4. 47 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Mamíferos dentro del Área del proyecto. 211
Tabla 4. 48.Listado de especies encontradas para el SA en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 213
Tabla 4. 49.Especies con algún uso para los pobladores de la región 216
Tabla 4. 50.Especies en algún apéndice de la CITES 216
Tabla 4. 51.Información estadística municipal Población (2020) INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 219
Tabla 4. 52.Población Indígena en el municipio de Guevea de Humboldt. 220
Tabla 4. 53.Ponderación de los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management). 222
Tabla 4. 54.Puntuación de la calidad escénica 223
Tabla 4. 55.Resultados de método indirecto del Bureau of Land Management para el SA 224
Tabla 4. 56.Resultados de método indirecto del Bureau of Land Management para el área de influencia directa y el proyecto 224
Tabla 4. 57.Valoración de los indicadores 226
Tabla 4. 58.Criterios de evaluación de las prácticas de manejo inadecuadas. 232
Tabla 4. 59.Valoración de los indicadores 232
Tabla 4. 60.Diagnóstico Ambiental 232

Fotografías 4. 1Material deslavado por erosión en el área del proyecto 126
Fotografías 4. 2.Relieve cerca de la zona del proyecto, Sierra alta compleja. 128
Fotografías 4. 3.Muestreo de agua del Arroyo Nisavia 131
Fotografías 4. 4.Vista frontal aguas arriba y aguas abajo del Arroyo Nisavía. 132
Fotografías 4. 5.Perfil de suelos 134
Fotografías 4. 6.Vegetación secundaria arbórea de Bosque Pino-Encino. 137
Fotografías 4. 7.Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Pino-Encino. 138
Fotografías 4. 8.Vegetación riparia 139
Fotografías 4. 9.Asentamientos humanos 139
Fotografías 4. 10.Delimitación del transecto 141
Fotografías 4. 11.Muestreos en la vegetación riparia 142
Fotografías 4. 12.Toma del DAP del estrato Arbóreo. 144
Fotografías 4. 13. Toma de la altura del estrato Arbustivo. 145
Fotografías 4. 14.Especies de flora del SA 151
Fotografías 4. 15.Especie A. Cedrela odorata B. Tillandsia concolor catalogadas en estatus de riesgo de la Nom-059-semarnat 2010. 164
Fotografías 4. 16. Marcación del área del proyecto 166
Fotografías 4. 17.Toma de dap y marcación de los árboles a remover 167
Fotografías 4. 18.Camino existente 168
Fotografías 4. 19.Cauce del Arroyo Nisavía 168
Fotografías 4. 20.Vegetación riparia 169
Fotografías 4. 21.Vegetación ruderal y arvense. 169
Fotografías 4. 22.Cercos vivos 170
Fotografías 4. 23. Cultivos de café 171
Fotografías 4. 24. Localidad de Guevea de Humboldt. 171
Fotografías 4. 25.Especies arbóreas encontradas en el sitio del Proyecto. 179
Fotografías 4. 26. Especies arbustivas encontradas en el sitio del Proyecto. 180
Fotografías 4. 27.Especies herbáceas encontradas en el sitio del Proyecto. 181
Fotografías 4. 28 .Unidades de vegetación en donde se realizaron los muestreos 184
Fotografías 4. 29.Avistamiento de aves en los sitios de observación 185
Fotografías 4. 30 .Colocacion de trampas Tomahawk 185
Fotografías 4. 31.Colocacion de camaras trampas 186
Fotografías 4. 32.Búsqueda de reptiles con gancho herpetológico, búsqueda de anfibios y peces en cuerpos de agua. 187
Fotografías 4. 33.Captura fotográfica de fauna. 196
Fotografías 4. 34.Mural de la Presidencia, y Plaza Pública de Guevea. 217
Fotografías 4. 35.Instalaciones Educativas Primaria y CECYTE de Guevea. 219
Fotografías 4. 36.Programa "Sembrando Vida", realizado por jóvenes de Guevea y sus poblaciones. 220
Fotografías 4. 37.Servicios en el municipio de Guevea. 221
Fotografías 4. 38.Asamblea de Consulta Indígena para la aceptación del Proyecto. 222
Fotografías 4. 39.Fondo escénico del Sistema ambiental 225
Fotografías 4. 40.Visibilidad ambiental desde el área del proyecto 226

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

4.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para la delimitar el área de influencia, se consideraron criterios que corresponden a los espacios físicos donde pueden manifestarse los impactos generados por la construcción del puente y por las dimensiones y distribución de obras y actividades. Para delimitar el área de influencia y analizar las características del entorno del proyecto, se consideraron aspectos topográficos, tipo de vegetación, clima, suelo y ecosistema, ya que estos pueden ser impactados por el desarrollo del mismo.

La siguiente descripción corresponde a los componentes utilizados para determinar el área de influencia.

Geomorfología y paisaje: están definidos por la altitud y el relieve. Considerando el radio de influencia del proyecto, donde se llevarán a cabo los trabajos de reconstrucción del puente, se observa que los efectos se limitarán a la parte baja de la cañada, la cual está delimitada por las laderas de las elevaciones contiguas. La altitud y el confinamiento natural de la cañada actuarán como barreras naturales, restringiendo la dispersión de impactos y alteraciones ambientales, de manera que estos se concentrarán principalmente en la zona baja donde se encuentra el cauce del río y las áreas inmediatas a los estribos del puente.

Atmósfera: Para determinar la superficie de influencia en relación con la atmósfera, se consideraron los factores de ruido y emisiones. Debido a las características del proyecto, las laderas de la cañada actúan como barreras naturales que mitigan la propagación del ruido.

En cuanto a la dispersión de polvo y partículas, estas corresponderán principalmente al material particulado fino derivado de los materiales pétreos utilizados en la reconstrucción del puente, así como a las emisiones generadas por los vehículos y la maquinaria que transportarán materiales y personal. Estas partículas y emisiones pueden afectar la calidad del aire en el área inmediata del proyecto, pero su dispersión será limitada debido a la topografía del lugar.

Vegetación y Fauna: Los impactos a la vegetación y fauna son puntuales, por lo tanto, no se consideran criterios determinantes para delimitar el área de influencia del proyecto. Aunque es posible que se presenten afectaciones específicas en zonas localizadas, la magnitud y extensión de estos impactos no justifican una expansión significativa del área de influencia más allá de las inmediaciones del sitio de reconstrucción del puente.

Para este estudio, se consideraron 250 m aguas abajo y 250 m aguas arriba de la ubicación del puente.

De acuerdo con lo anterior, el área de influencia se definió a lo largo del cauce del río, tanto aguas arriba como aguas abajo, así como la topografía y la geoforma de la cañada. Considerando el siguiente rango de riesgo e incidencia de impacto ambiental en relación con el eje del puente vehicular:

0 m – 50 m: riesgo alto

50 m – 100 m: riesgo medio alto

100 m – 150 m: riesgo medio

150 m – 200 m: riesgo medio bajo

200 m – 250 m: riesgo bajo.

La poligonal del área de influencia es irregular y cubre un área de 6.939 m^2 (133.792 ha), como se muestra en la figura 1:

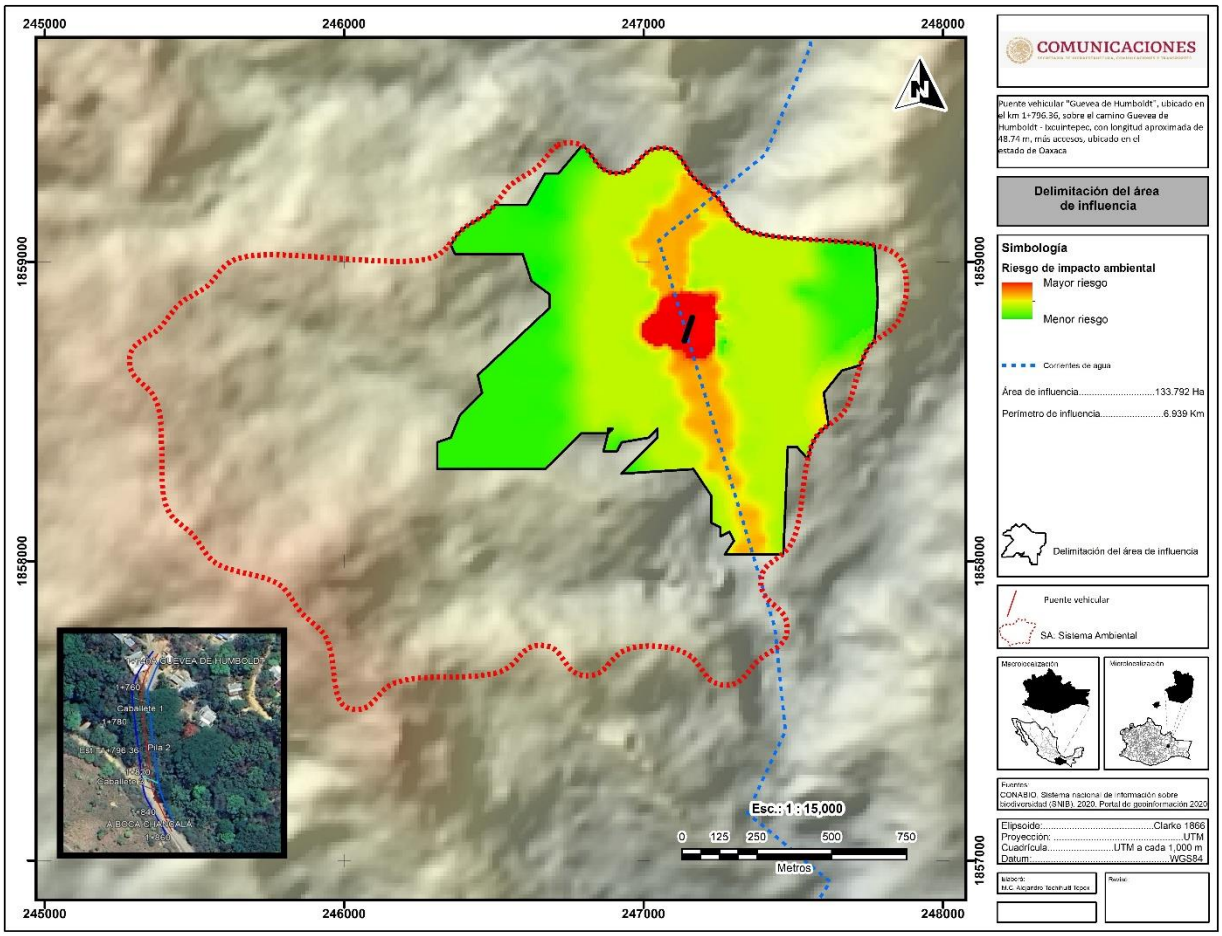


Figura 4. 1. Área de influencia

En la tabla 4.1, se presentan las Coordenadas UTM del Área de influencia:

Tabla 4. 1.Coordenadas UTM área de influencia WGS84, Zona 14 N.

Vértice	X	Y
1	246881.052	1858427.204
2	246881.052	1858427.204
3	246310.648	1858307.494
4	246385.701	1858487.059
5	246685.914	1858846.190
6	246595.850	1859025.756
7	246376.026	1859089.488

8	246409.418	1859119.546
9	246498.260	1859183.593
10	246670.903	1859295.104
11	246799.094	1859384.887
12	246847.955	1859323.756
13	246895.319	1859297.022
14	246949.522	1859305.681
15	247017.770	1859370.935
16	247071.812	1859380.049
17	247118.794	1859352.727
18	247164.621	1859283.391
19	247248.589	1859212.290
20	247297.875	1859139.118
21	247354.370	1859101.673
22	247433.664	1859084.566
23	247676.685	1859066.669
24	247763.559	1859055.872
25	247771.555	1858734.651
26	247732.539	1858679.349
27	247661.606	1858636.697
28	247612.953	1858451.874
29	247568.262	1858403.843
30	247547.932	1858341.454
31	247466.575	1858025.739
32	247301.351	1858068.073
33	247256.319	1858112.965
34	247166.255	1858307.494
35	247046.169	1858442.168
36	246911.074	1858367.349
37	246881.052	1858427.204

4.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La delimitación tiene por objeto definir un espacio que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del Sistema Ambiental.

El sistema ambiental en donde se desarrollará el proyecto debe considerarse como el área mínima indispensable de delimitación natural de los ecosistemas. Esto permite evaluar adecuadamente los posibles impactos que producirá la construcción del Puente vehicular "Guevea de Humboldlt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, en el estado de Oaxaca.

Para la delimitación del sistema ambiental se consideraron las siguientes definiciones:

- **Región Ecológica**: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes (LGEEPA).
- **Sistema ambiental**: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto. (Guía MIA-Particular).
- **Cuenca hidrológica**: Es la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas (LAN).

Para delimitar el SA en este estudio, se utilizó un SIG (Sistema de Información Geográfica) y la trasposición de cartas temáticas de INEGI y la CONABIO para determinar las cuencas, subcuencas y microcuencas correspondientes al sitio del proyecto Puente vehicular "Guevea de Humboldlt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, en el estado de Oaxaca.

Se insertó el trazo del proyecto georreferenciado y posteriormente se añadió la carta de cuencas de Comisión Nacional del Agua, escala 1: 250,000 del Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

1. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 22 (RH) cuenca Laguna Superior e Inferior, (6505.83 Km^2) ((SIATL INEGI). como para permitir el análisis y diagnóstico ambiental que se requiere para definir los impactos ambientales desde una perspectiva más amplia al sitio del proyecto, por lo tanto, se agregó la capa de Subcuentas de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
2. Para tener un área menor de análisis se ubicó el trazo dentro del proyecto de la Subcuenca Rio de los perros considerando la condición de gran extensión de esta subcuenca y que significaría menos detalle en la descripción de los elementos y procesos bióticos y abióticos.
3. Se visualizó la carta de microcuencas, resultando que el proyecto se localiza dentro la microcuenca Guienagati/Guevea el cual tiene una superficie de 138206029.91 m^2, Por consiguiente, se procedió a delimitar las microcuencas con un modelo DEM (Modelo Digital de Elevación) y el cálculo de escurrimientos. (Figura 4.2).

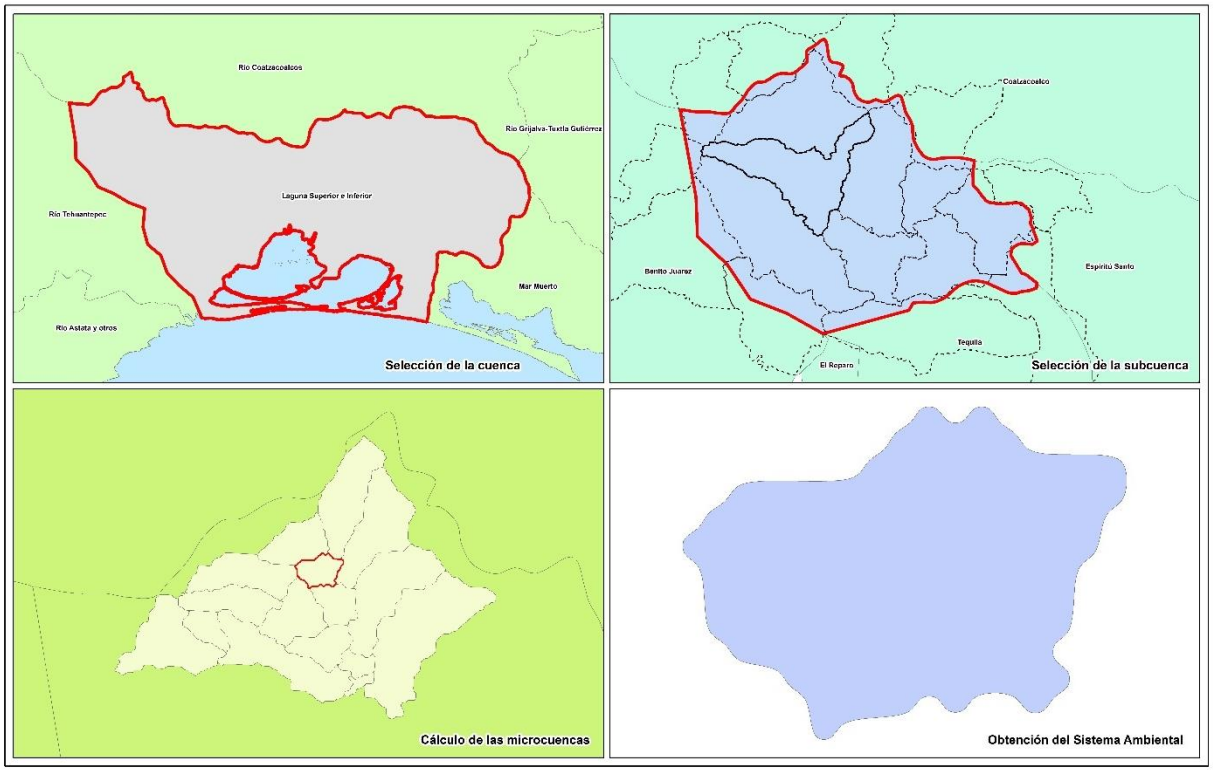


Figura 4. 2.Construcción de Sistema ambiental por microcuenca

Como se explicó anteriormente, se llevó a cabo la delimitación del Sistema Ambiental (SA) por microcuenca utilizando un modelo DEM. Se optó por esta delimitación debido a que, como se mencionó en párrafos anteriores, la microcuenca se define como el área geográfica delimitada por la geomorfología, siendo este elemento el más estable del medio natural y el que sustenta los recursos hídricos, suelos, flora y fauna.

En la siguiente figura se agrega el SA en la cuenca y subcuenca.

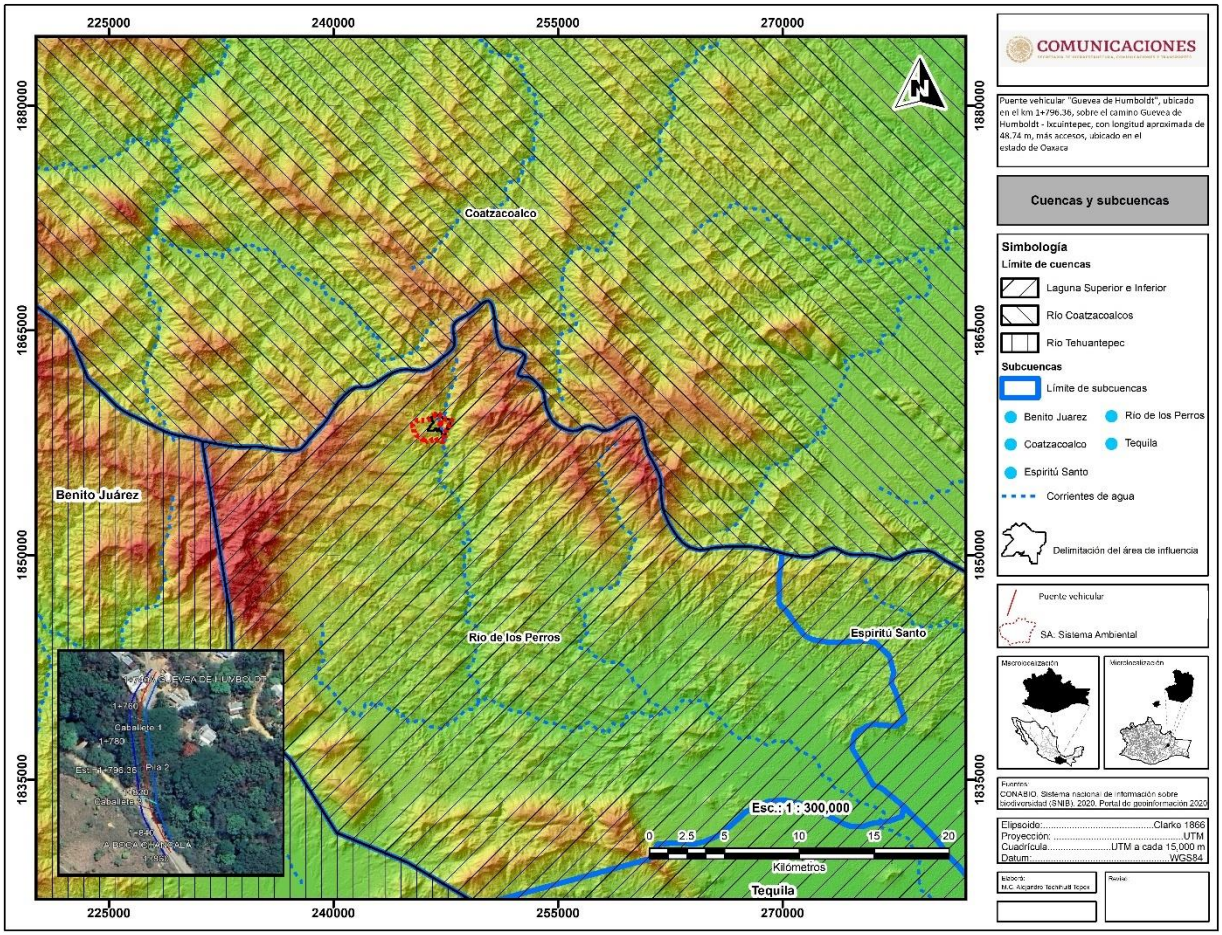


Figura 4. 3. Ubicación del SA en la cuenca y subcuenca

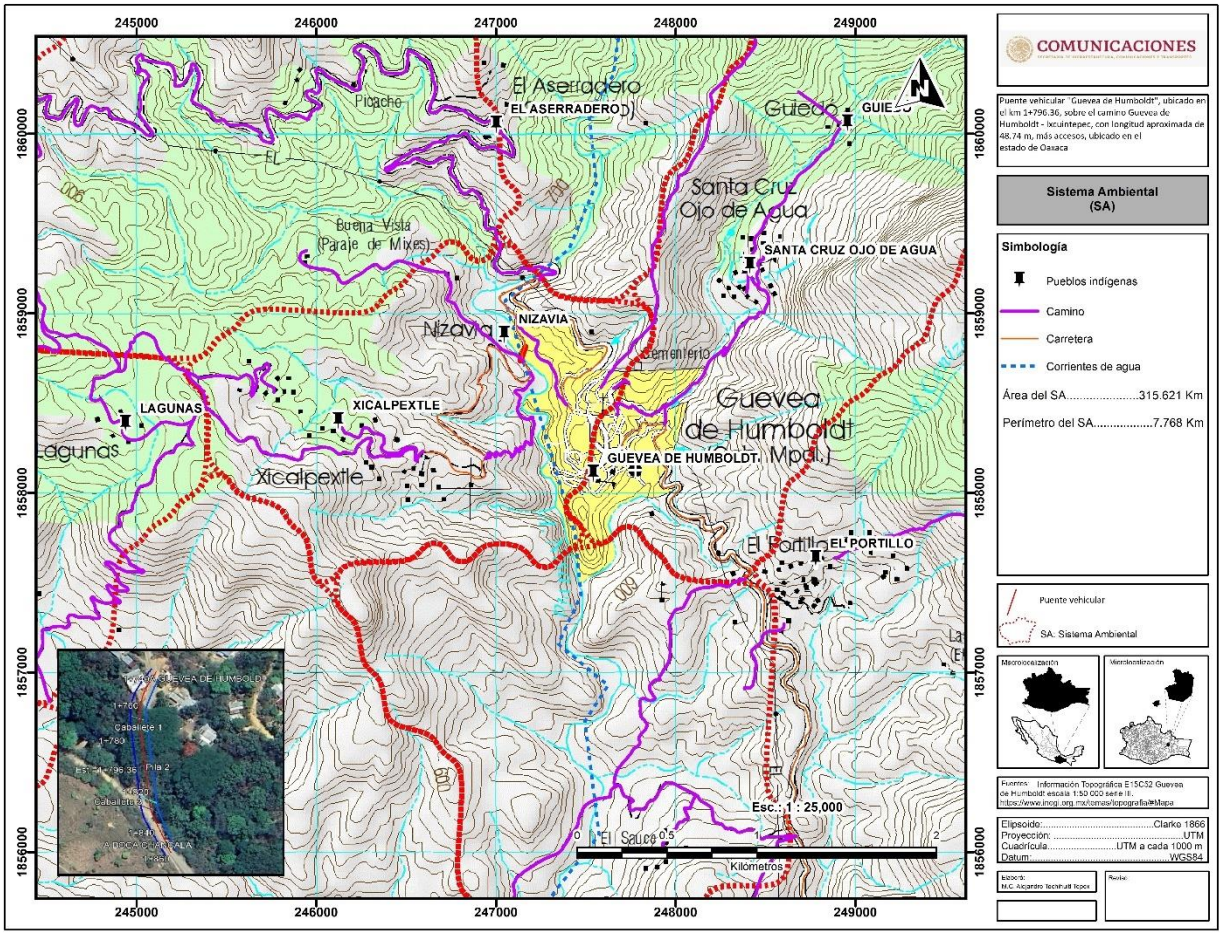


Figura 4. 4.Delimitación final del Sistema ambiental

Así tenemos que el SA cuenta con:

- Perímetro: 7.768 Km
- Superficie: 315.621 Km

En la tabla 4.2, se presenta un resumen de las coordenadas UTM de la poligonal del SA, las coordenadas totales se encuentran en el apartado VIII.3.2.B.

Tabla 4. 2.Coordenadas UTM del SA, Zona 14 N, WGS84.

Coordenadas de la poligonal del SA					
Vértice	**X**	**Y**	**Vértice**	**X**	**Y**
1	246712.7	1859389.7	51	246688.3	1857713.8
2	246748.1	1859399.4	52	246633.5	1857717.3
3	246800.9	1859383.9	53	246587.8	1857684.9
4	246861.3	1859310.9	54	246542.6	1857641.2
5	246914.1	1859295.9	55	246473.9	1857619.8
6	246964.2	1859316.9	56	246390.3	1857613.9
7	247034.7	1859378.1	57	246245.5	1857609.1
8	247089.7	1859375.1	58	246170.0	1857593.7
9	247130.0	1859336.4	59	246117.9	1857554.8

10	247180.1	1859268.3	60	246075.8	1857513.0
11	247261.9	1859194.8	61	246023.6	1857505.4
12	247313.1	1859123.5	62	245983.2	1857538.5
13	247379.1	1859094.4	63	245967.3	1857606.0
14	247462.7	1859081.2	64	245952.6	1857708.2
15	247706.6	1859063.9	65	245922.1	1857768.9
16	247789.8	1859049.9	66	245856.5	1857827.6
17	247851.5	1859017.5	67	245807.0	1857900.0
18	247875.9	1858955.2	68	245751.3	1857937.6
19	247874.7	1858879.3	69	245650.8	1857964.3
20	247854.0	1858808.9	70	245579.9	1857988.3
21	247808.3	1858761.0	71	245532.8	1858033.3
22	247756.0	1858719.5	72	245479.9	1858102.2
23	247723.9	1858655.9	73	245415.9	1858161.5
24	247695.3	1858556.2	74	245395.0	1858230.2
25	247664.0	1858492.9	75	245390.0	1858401.2
26	247613.0	1858451.9	76	245384.7	1858484.6
27	247568.3	1858403.8	77	245363.3	1858553.1
28	247545.6	1858331.1	78	245318.9	1858598.5
29	247526.0	1858189.1	79	245285.3	1858644.4
30	247511.1	1858107.2	80	245288.1	1858699.3
31	247482.4	1858041.8	81	245326.8	1858739.7
32	247434.1	1858002.0	82	245394.3	1858790.5
33	247396.8	1857960.2	83	245467.1	1858872.8
34	247394.6	1857905.2	84	245558.0	1858934.9
35	247457.2	1857834.4	85	245617.4	1858998.9
36	247479.4	1857783.8	86	245685.9	1859019.9
37	247465.2	1857730.2	87	245769.8	1859023.5
38	247400.3	1857682.4	88	246045.5	1859007.1
39	247342.7	1857621.3	89	246195.3	1859001.6
40	247297.0	1857588.1	90	246275.3	1859009.5
41	247240.7	1857592.3	91	246335.1	1859040.0
42	247198.2	1857631.7	92	246392.1	1859106.3
43	247158.2	1857681.4	93	246483.5	1859167.4
44	247094.0	1857709.3	94	246552.2	1859254.3
45	247017.1	1857717.1	95	246626.6	1859302.1
46	246944.9	1857705.9	96	246684.8	1859363.3
47	246893.7	1857668.4	97	246712.7	1859389.7
48	246851.3	1857627.0			
49	246797.0	1857618.2			
50	246750.2	1857644.9			

4.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

4.3.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA

4.3.1. Medio abiótico

4.3.1.1. Clima

(A)C(w2) Semicálido subhúmedo: La temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

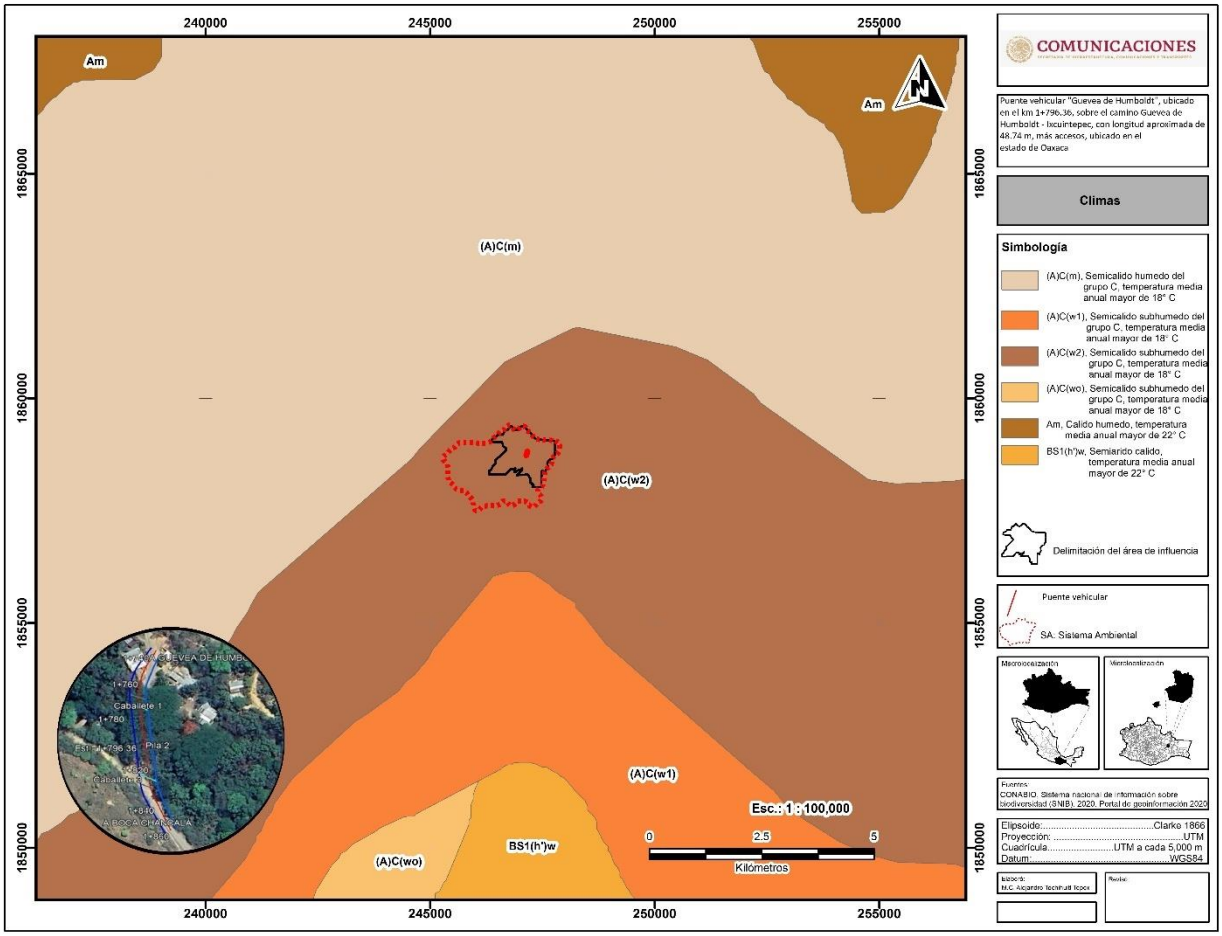


Figura 4. 5.Unidades climáticas del SA.

Para caracterizar el clima del área de estudio del proyecto, se consultaron los datos meteorológicos de la estación más cercana, y que corresponde a:

Estación	Nombre	Periodo de Registro		Org. Operador	Área que cubre	Ubicación		
		Inicio	Fin			Coordenada X	Coordenada Y	Altitud

20289	Guevea de humboldt	1981	2010	CONAGUA		16° 78888889' lat. N	95° 37166667 lon. O	655 msnm

Tabla 4. 3.Datos meteorológicos

ESTACION: 20289 GUEVEA DE HUMBOLDT				
Mes	T° media	T° mínima	T° Maxima	Precipitación
ENE	22	17.8	26.3	32.1
FEB	23	18.2	27.8	13.5
MAR	25	19.5	30.4	15.8
ABR	26.7	21.3	32.1	11.7
MAY	27.8	22.5	33.1	41.8
JUN	27.1	22.4	31.8	238.5
JUL	26.4	22	30.9	261.9
AGOST	26.5	22	30.9	305.7
SEP	25.9	21.7	30.1	302.1
OCT	24.7	20.7	28.6	138.6
NOV	23.3	19.4	27.2	61.9
DIC	22.5	18.3	26.6	33.6
Anual	25.1	20.5	29.6	1457.2

Tabla 1 Datos climatológicos

Con los datos anteriores se construyó el siguiente climograma:

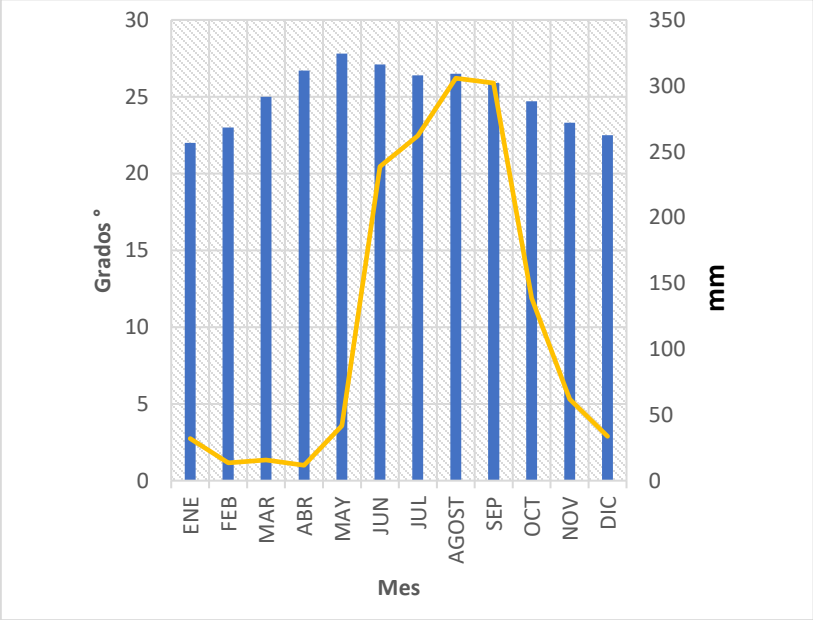


Figura 4. 6.Climograma de la estación Guevea de Humboldt.

Calidad del aire

No se realizaron pruebas para determinar la calidad del aire debido a que el sitio donde se desarrollaran las actividades de construcción del puente es una zona rural, por lo tanto, la zona no tiene una alta afluencia vehicular y no existe alta concentración de emisiones de gases; mientras que las emisiones generadas por los pocos vehículos en circulación son inmediatamente dispersadas por las corrientes de aire en la microcuenca.

Mediante la aplicación de IQAir se obtuvieron datos de la calidad del aire. Esta herramienta ofrece información en tiempo real, permitiendo evaluar los niveles de contaminantes atmosféricos y su impacto en la salud y el medio ambiente. Se realizó una consultada el 30 de septiembre de 2024, considerando un rango de buena calidad. lo que indica que los niveles de contaminantes son bajos y no representan un riesgo significativo para la salud pública.

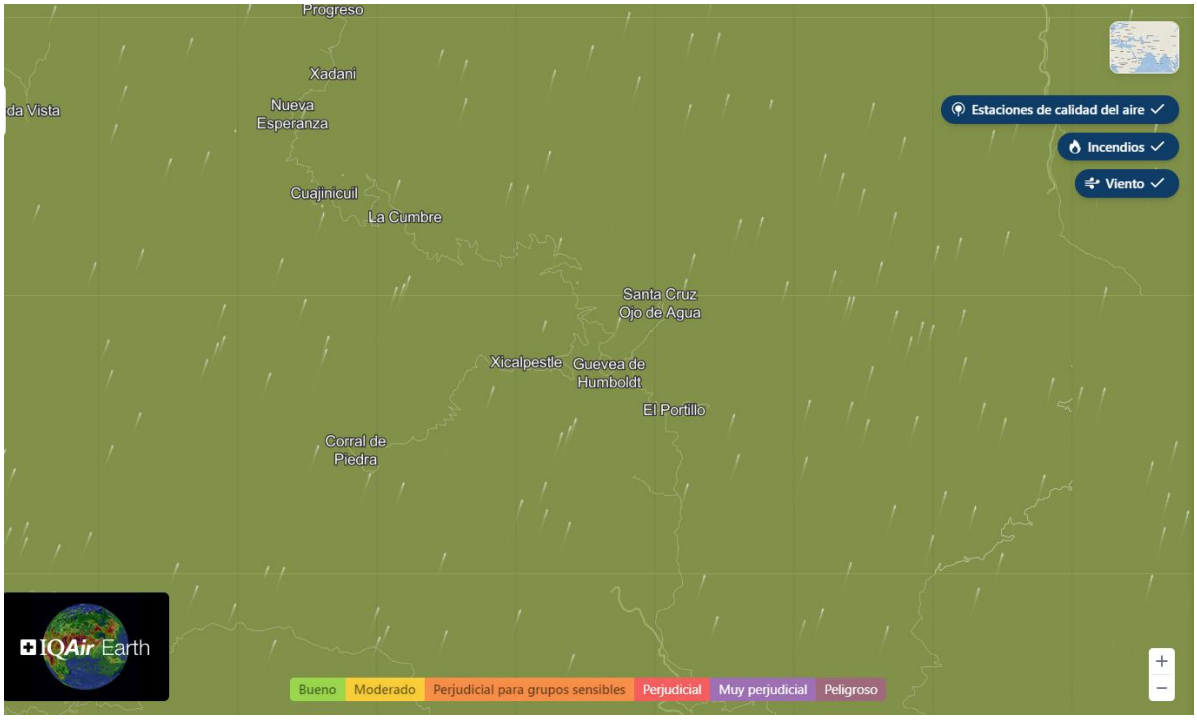


Figura 4. 7.Calidad de aire

Nivel de contaminación del aire	Índice de calidad del aire	Contaminante principal
Bueno	29 ICA EE.UU.	PM2.5

Contaminantes	Concentración
PM2.5	5.4 µg/m³

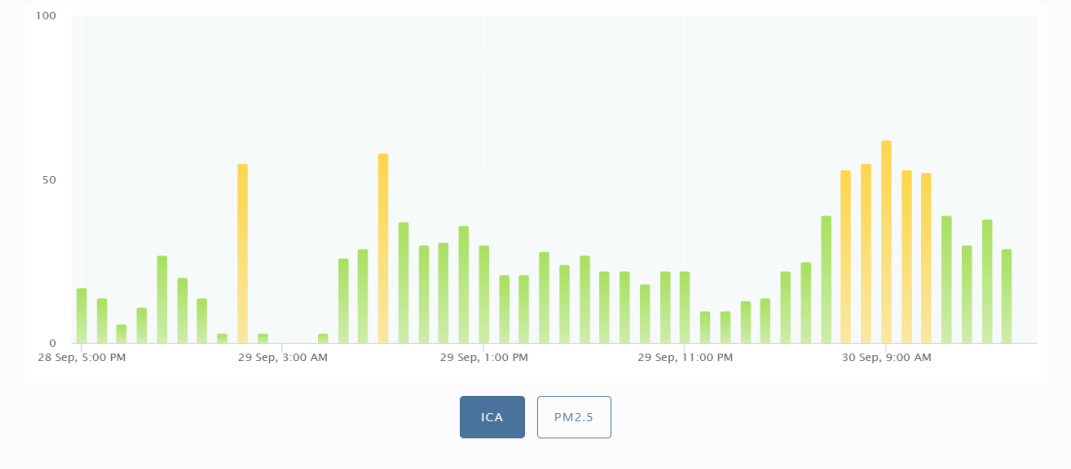


Figura 4. 8.Gráfico de calidad del aire ICA (Índice de Calidad del Aire), histórica: 29
https://www.iqair.com/mx/mexico/oaxaca/tlalixtac-de-cabrera/calle-de-la-salud

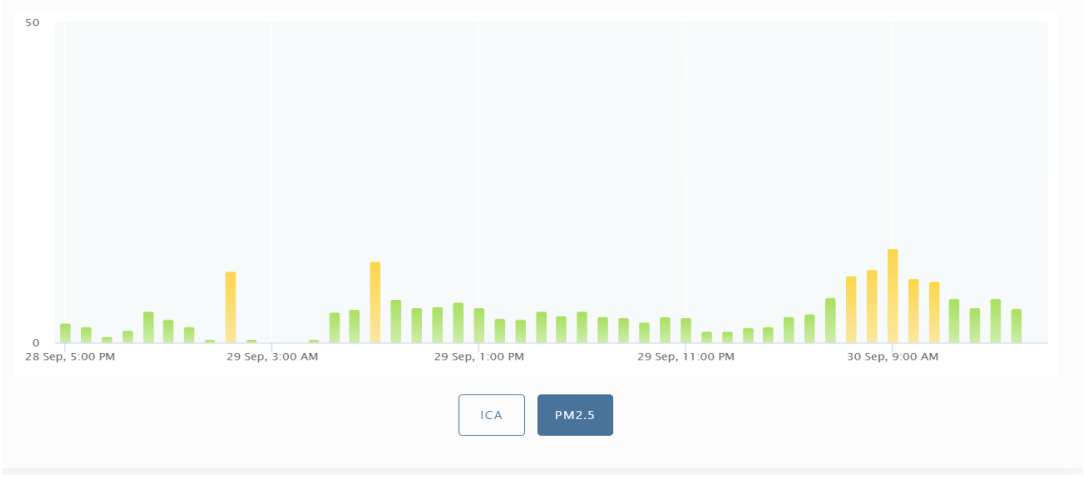


Figura 4. 9.Gráfico de calidad del aire PM2.5 (Partículas pequeñas en el aire con un diámetro de 2,5 micrómetros o menos), histórica: 29.
https://www.iqair.com/mx/mexico/oaxaca/tlalixtac-de-cabrera/calle-de-la-salud

Contaminación Atmosférica

De acuerdo con Inventario de Emisiones del Estado de Oaxaca, 2016. La emisión de los compuestos orgánicos volátiles (COV) está relacionada sobre todo con las emisiones provenientes de fuentes biogénicas (88%), relacionadas con la actividad fotosintética de las plantas, pues liberan durante isoprenos y monoterpenos durante ese proceso. En segundo lugar, de emisión se ubica el uso de leña a nivel doméstico además de emisiones ganaderas, el uso doméstico de solventes y el manejo y la distribución de gas L.P.

La emisión de monóxido de carbono CO está relacionada principalmente con los procesos de combustión doméstica de leña y gas LP. Las principales fuentes de emisión de este contaminante en el estado de Oaxaca, están relacionadas con quema de biomasa, quema de leña a nivel doméstico, vehículos privados y comerciales de menos de tres toneladas, autos particulares, incendios forestales y quemas agrícolas.

Los compuestos de azufre, como el bióxido de azufre (SO2), se producen principalmente durante la quema de combustibles que contienen este elemento, su mayor procedencia es la actividad industrial, sobre todo la relacionada con el petróleo y la petroquímica.

La emisión de los óxidos de nitrógeno está relacionada, sobre todo, con dos sectores: por un lado, la acción natural de la vegetación, la cual libera más de 64% de este contaminante y por el otro, la producción de NOx a partir de procesos de combustión, como el uso de combustibles fósiles en la combustión agrícola, vehículos menores a tres toneladas, autos particulares y tractocamiones. Asimismo, la industria del petróleo y la petroquímica.

Las emisiones de amoniaco (NH3) se deben principalmente a la descomposición de la materia orgánica. Las emisiones ganaderas generan 77% de este contaminante. Además, las emisiones domésticas y el uso de amoniaco en la aplicación de fertilizantes.

La emisión de partículas P_{10} es de gran interés por sus efectos adversos en la salud de la población, la emisión de partículas menores a 10 micrómetros se debe sobre todo a las emisiones de combustión doméstica (63%). La industria de alimentos y bebidas, y del petróleo y petroquímica ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente. Los incendios forestales y las quemas agrícolas también son una fuente importante en la emisión de este contaminante.

Las partículas menores PM 2.5 micrómetros, son emitidas por diferentes fuentes, entre ellas destaca la quema de biomasa, donde aparece de nuevo el uso doméstico de leña, las quemas agrícolas y los incendios forestales, y la industria del petróleo y petroquímica, así como la industria de bebidas (ingenios azucareros, que queman principalmente bagazo).

Fuente	(Mg/año)						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
Áreas fijas	6665	3925	99603	2827	7235	1203	87
Fuentes de aéreas	45444	39774	1987	295056	21093	278828	64896
Fuentes móviles	1289	1181	612	103574	27030	8123	166
Móviles no carreteros	70	69	525	508	3318	154	NE
Fuentes naturales	N/A	NA	NA	NA	103694	2034065	NA
Total	53468	44950	102726	401965	162369	2322185	65149

Tabla 4. 4.Emisiones por tipo de fuente en el Estado de Oaxaca, durante el año 2016

Fuente: Programa de Gestión para Mejorar la calidad del Aire del estado de Oaxaca ProAire 2019-2028.

CO Monóxido de carbono, NO_x Óxidos de nitrógeno, COV Compuesto orgánico volátil, PM_{10} Partículas de diámetro inferior o igual a 10 micrómetros, $PM_{2.5}$ Partículas de diámetro inferior o igual a 2.5 micrómetros y NH_3 Amoniaco.

4.3.1.2. Geología

El tipo de roca en el Sistema ambiental está conformado en su mayoría por rocas metamórficas. Los tipos de piedras presentes son Ki (Gr) ígnea intrusiva: Granito, P(E) Metamórfica: Esquisto y Ki (cz) Sedimentaria: Caliza.

Ki (Gr)ígnea intrusiva: Granito. El **granito** es una roca ígnea intrusiva acida de color claro especialmente al rosáceo, esta roca cuenta con granos lo suficientemente grandes como para ser visible a simple vista. Esta roca se forma a partir de la cristalización lenta del magma debajo de la superficie de la Tierra, especialmente en arcos continentales. Está compuesta principalmente de cuarzo (en mayor porcentaje) y feldespato con cantidades de mica y otros minerales. Comúnmente la esta composición mineral le da al granito un color rosa, rojo, gris o blanco con granos minerales oscuros visibles en toda la roca.

P(E) Metamórfica: Esquisto. Rocas metamórficas de bajo a medio grado de metamorfismo, cristales visibles a simple vista, su tamaño de grano es grueso, mucho mayor que el de los minerales de las filitas.

Son rocas duras, compactas, coherentes, de baja porosidad, por lo que presentan una cierta resistencia a la edificación. No obstante, contienen minerales alterables que liberan gran cantidad de cationes, por lo que usualmente forman suelos saturados en bases, ricos en nutrientes, siempre que el clima no sea excesivamente húmedo, pues en este caso, si las lluvias son lo suficientemente intensas, los cationes se lavan y el suelo queda desaturado. Típicamente de perfil A Bw R (aunque en los casos de máxima evolución pueden dar suelos de perfil A Bt C R). Con frecuencia en el nivel superior del R aparece un horizonte con la roca descompuesta, pero sin estructura de suelo constituyendo un horizonte C.

Ki (cz) Sedimentaria: Caliza. Esta roca sedimentaria está compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO3) generalmente calcita. También puede contener pequeñas cantidades de arcilla, siderita, cuarzo, entre otros. Reconocer este tipo de roca es muy fácil, gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita; es menos dura que el acero y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico. El origen de este tipo de roca puede ser de agua dulce o de origen marino, y componerse de material químicamente precipitado orgánico o detrítico. La mayoría de las calizas se forman en aguas profundas y las condiciones de turbulencia o ambientes tranquilos se reflejan en el soporte de sus granos.

De acuerdo con INEGI y CONABIO se elaboró el siguiente mapa geológico:

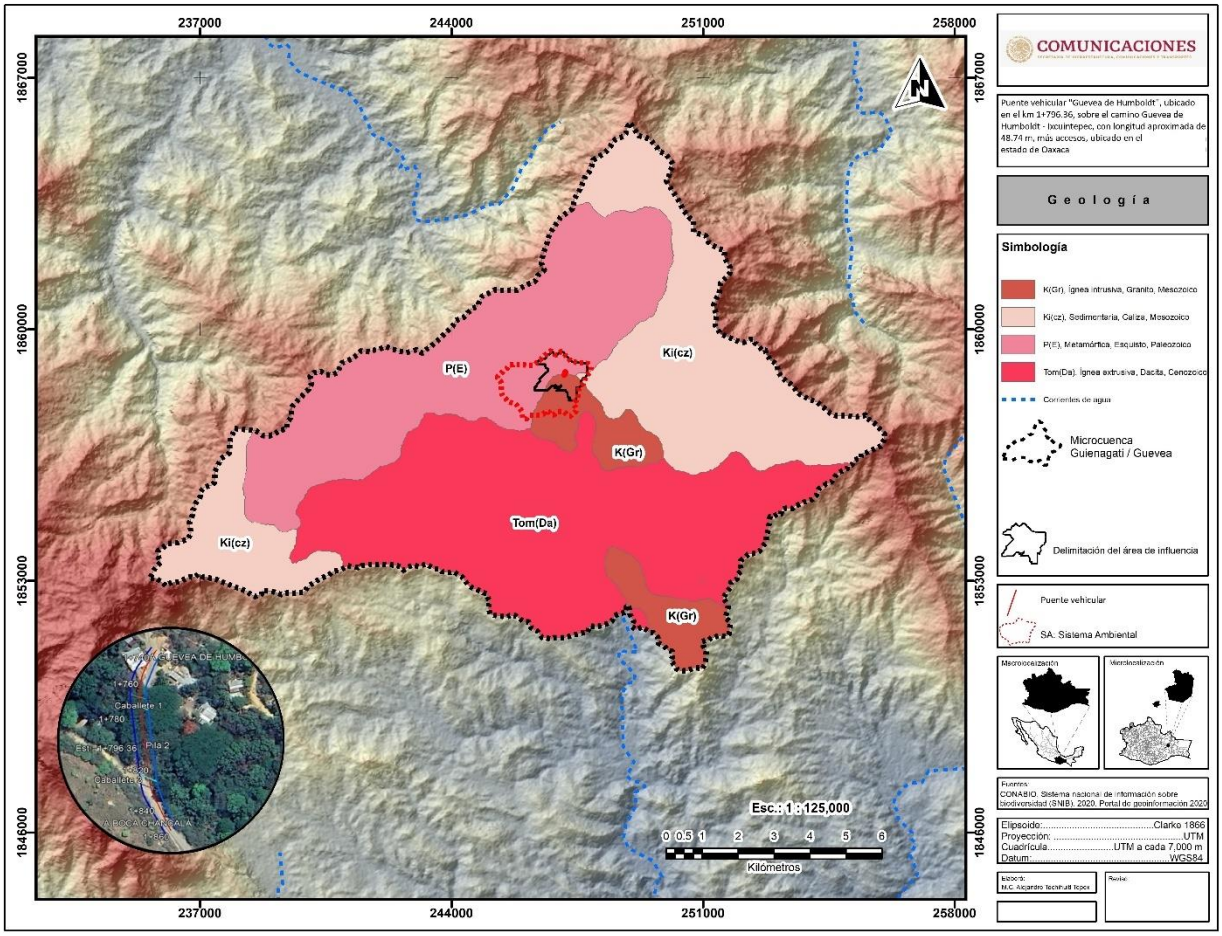


Figura 4. 10.Mapa de Geología

De acuerdo con el estudio de Mecánica de suelos el sitio del proyecto comprende rocas tipo limolita, conglomerado policmitico e intrusionando estas se tiene cuerpos plutónicos de composición granito y graniodiorita y posteriormente se generaron cuerpos hipabisales de composición andesítica y dacitica (TmPA-PDa)

Conforme al reconocimiento físico de la zona, la información generada de los sondeos exploratorios y a los resultados de laboratorio, se definieron los perfiles estratigráficos para cada sondeo, que se describen a continuación:

Sondeo de Exploración SE-01:

De 0.00 a 3.00 m de profundidad.

Arena limosa con gravas de baja plasticidad color café claro, (SC), con 6% de gravas, 61% de arenas y 33% de finos, con un numero de golpes promedio 35, □□= 1.64 t/m3; LL= 34%, IP = 14; densidad de solidos = 2.74.

Sondeo de Exploración SE-02:

De 0.00 a 2.00 m de profundidad.

Grava limosa de baja plasticidad color café claro, (SC), con 6% de gravas, 61% de arenas y 33% de finos, con un numero de golpes promedio 35, □□= 1.64 t/m3; LL= 34%, IP = 14; densidad de solidos = 2.74.

En las siguientes tablas se presenta el modelo geotécnico del sondeo 1.

Tabla 4. 5. Modelo geotécnico del sondeo 1.

	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO N°1 (Tons y m)								
ESTRATO	DESCRIPCIÓN	Z	N (60)	□	C	RQD	□	E	□
1	Arena con limos (SM)	0.00-5.20	8	1.44			25	1269	0.25
2	Roca metamórfica Arenisca	6.20 – 15.20		2.2		10-15		37500	0.45
3	Roca metamórfica Arenisca	6.20 – 15.20		2.2		15-25		37500	0.45

Tabla 4. 6Modelo geotécnico del sondeo 2.

	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO N°2 (Tons y m)								
ESTRATO	DESCRIPCIÓN	Z	N(60)	□	C	RQD	□	E	□
1	Grava con limos (SM)	2.40 – 9.41	17	1.6			27	37500	0.45
2	Roca metamórfica Arenisca	6.20 – 15.20		2.2		10-15		37500	0.45
3	Roca metamórfica Arenisca	7.20 – 10.50		2.6		15-35		37500	0.45



Fotografías 4. 1Material deslavado por erosión en el área del proyecto

Sismicidad

El estado de Oaxaca cuenta con un área de litoral de 507 km hacia el Océano Pacífico y una plataforma continental de 95,000 km^2, se encuentra dentro de una zona vulnerable a los fenómenos de origen geológico ya que se ubica en una de las regiones sísmicas de mayor potencial, debido al proceso tectónico de la velocidad de subducción de la placa de Cocos por debajo de la placa de Norteamérica. Con base en la carta de Regionalización Sísmica de la República Mexicana, el área del proyecto se encuentra situada en la zona C, son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

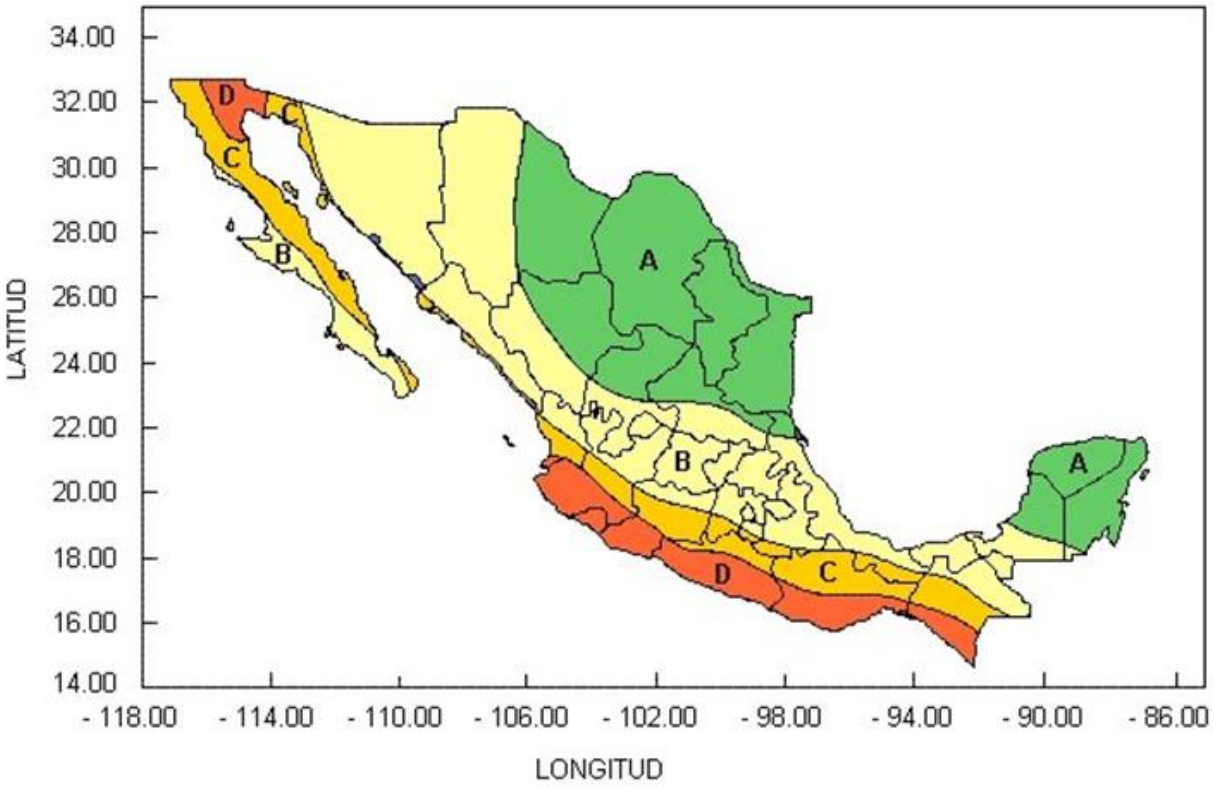


Figura 4. 11.Regionalización sísmica de la República Mexicana

El sistema Ambiental, se ubica en la zona de la provincia fisiográfica Sierra madre del Sur y la subprovincia Sierra orientales y a un sistema de topoformas de Sierra Alta Compleja.

4.3.1.3. Relieve

El sistema Ambiental, se ubica en la zona de la provincia fisiográfica Sierra madre del Sur y la subprovincia Sierra orientales y a un sistema de topoformas de Sierra Alta Compleja.

La Sierra Madre del Sur limita al Norte con la del Eje Neovolcánico, al Este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al Sur con el Océano Pacífico, abarcando parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero. Las elevaciones máximas se encuentran en el estado de Guerrero y Oaxaca. Es conocida como la región más compleja y menos conocida del país, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de Cocos. A esto se le debe la sismicidad que se produce en la región, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas. En gran parte de la provincia prevalecen los climas cálidos y semicálidos, subhúmedos; en ciertas zonas elevadas, incluso algunas con terrenos planos como los valles centrales de Oaxaca. Específicamente, pertenece a la subprovincia de Sierras Orientales, que recorre de Norte a Sur la parte Centro-Oriente del estado de Oaxaca.

Esta sub provincia tiene una superficie de 17,519.95 km^2, cuenta con altitudes de hasta 2500 m, se caracteriza por presentar una estructura asimétrica, con sus mayores altitudes acentuadas en la porción poniente, con

laderas de longitud corta y de declive pronunciado mayor a 18°, mientras que en orientación hacia el Golfo de México se presentan con mayor predominio laderas tendidas alternadas por llanuras aluviales.



Fotografías 4. 2.Relieve cerca de la zona del proyecto, Sierra alta compleja.

El gradiente altitudinal del SA es de 600 msnm a una máxima de 880 msnm.

La siguiente tabla muestra la altitud del eje del proyecto:

Tabla 4. 7. Altitudes del sitio del proyecto

Cadenamiento	Altitud (msnm)
1+729.27	108
1+771.99	82
1+796.36	56
1+820.73	63
1+865.97	42

En el siguiente mapa se pueden observar la altimetría del SA:

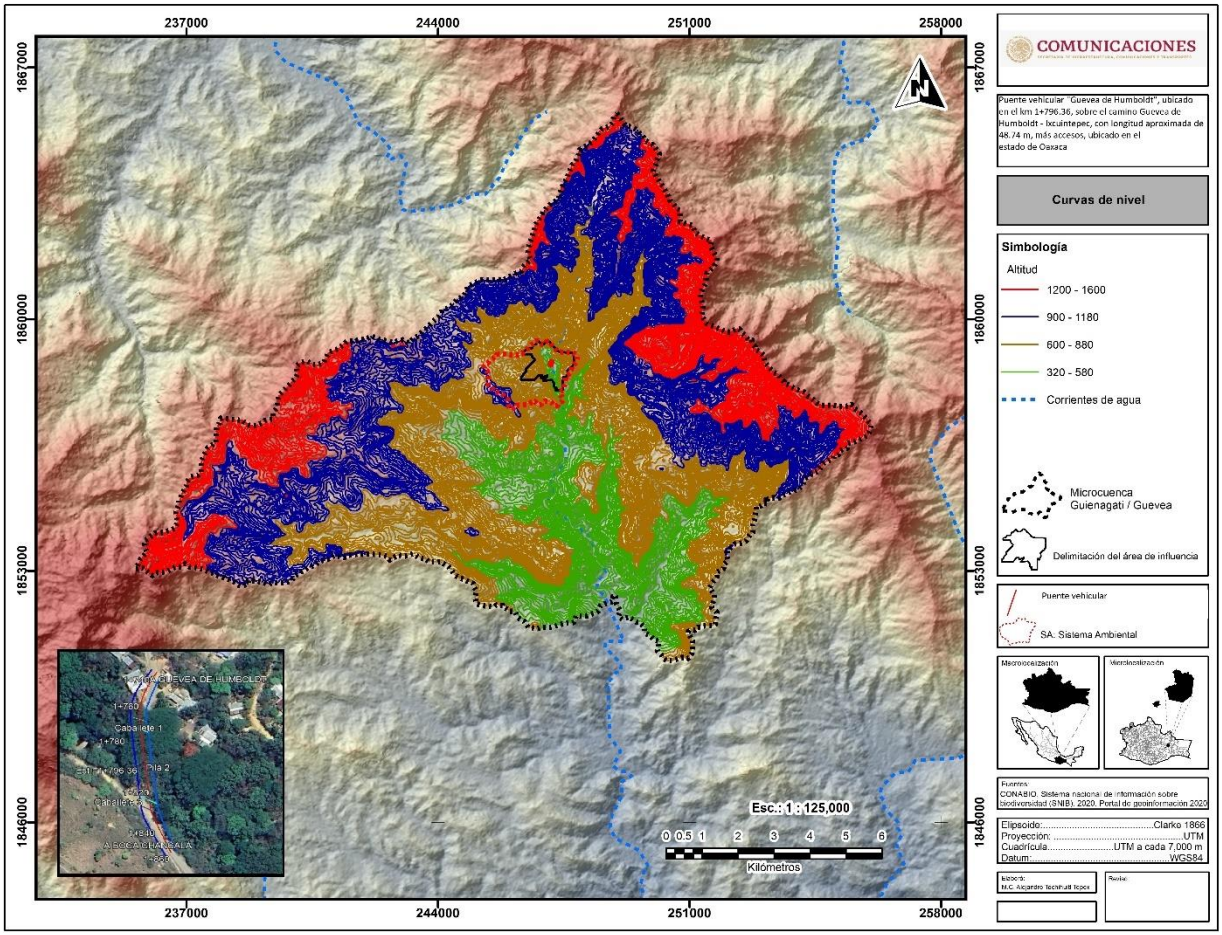


Figura 4. 12.Mapa de altimetría

4.3.1.4. Hidrología

El sitio del proyecto se encuentra en la región hidrológica No. 22 cuenca A. Laguna superior e Inferior

La cuenca A. laguna superior e inferior comprende parte de los extremos sureste y sur de las sierras Juárez y Atravesada, respectivamente, se extiende a lo largo de la planicie costera del Golfo de Tehuantepec hasta la línea de costa; ocupa un área equivalente al 8.51% de territorio oaxaqueño; colinda al norte con la cuenca Río Coatzacoalcos (B) de la RH-29, al sur con el Golfo de Tehuantepec, al oeste con la cuenca Río Tehuantepec (B) de esta misma RH-22, mientras que al este con la cuenca Mar Muerto (D) de la RH- 23, además de penetrar a Chiapas. En promedio la cuenca recibe precipitación del orden de 1 500 mm que equivalen a un volumen de 8 588.95 Mm^3, de esta agua 18.25% escurre, es decir 1 567.48 Mm^3.

La subcuenca del Río Los Perros, pertenece a la RH22 dentro de la cuenca laguna superior e inferior, abarca una superficie total aproximada de 1 mil 220.07 km2 y sus aguas drenan directamente a la Laguna Superior. (SIATL/INEGI, 2015).

La microcuenca Guienagati / Guevea tiene una superficie de 138206029.91 m^2. El sitio del proyecto pasa por la corriente intermitente Arroyo Nisavia, como se muestra en la siguiente figura.

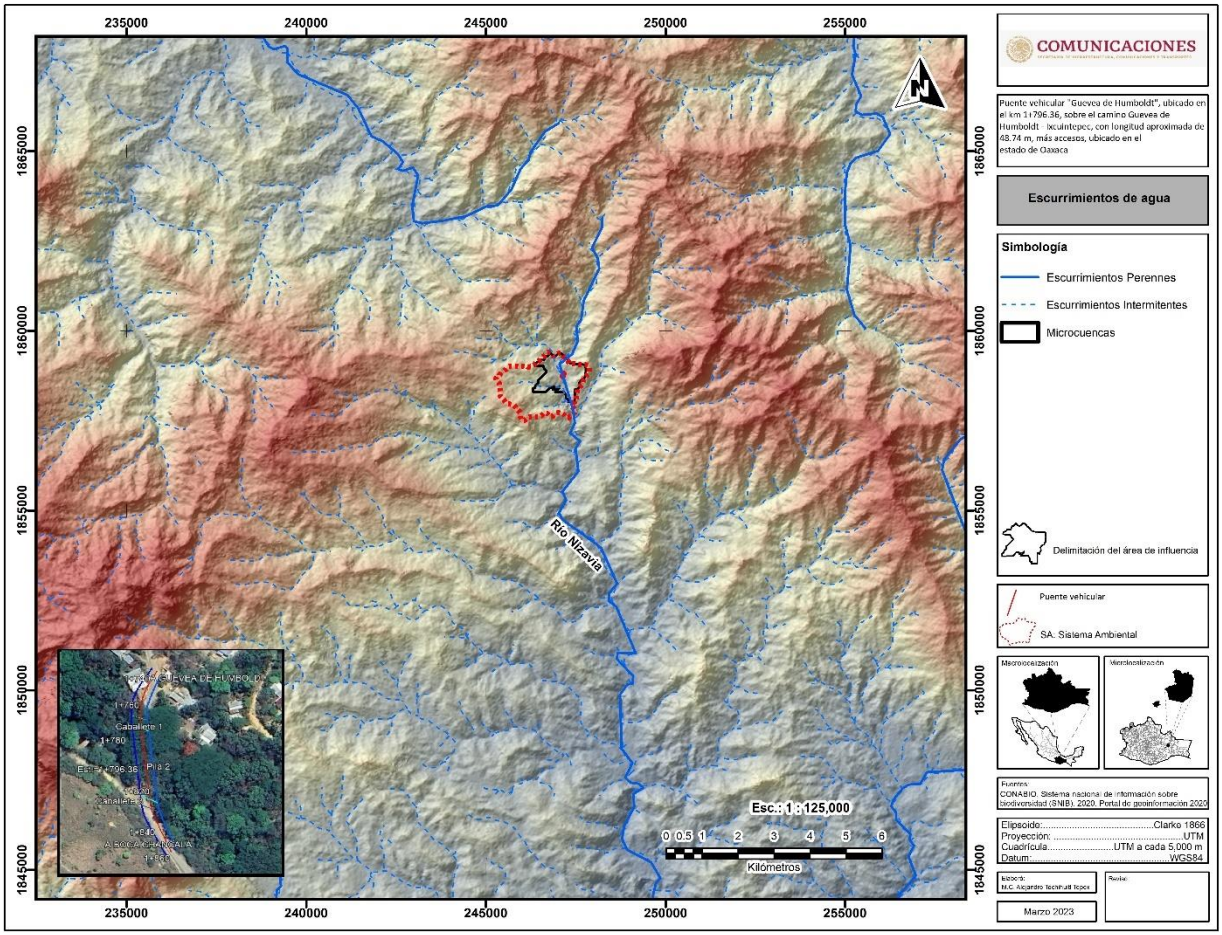


Figura 4. 13.Mapa de escurrimientos

La cuenca es alta de tipo endorreica, el área drenada hasta el sitio de proyecto es de aproximadamente 18.39 km^2, y comprende los escurrimientos generados en el municipio de Guevea de Humbold en el Estado de Oaxaca. La longitud del escurrimiento es de 9.84 km.

La cuenca en cuestión tiene un área = 18.39 km^2

La longitud del cauce = 9839 m

La pendiente Taylor = 5.71 %

Elevación máxima = 1280 msnm

Elevación mínima en el cruce = 540 msnm

Tiempo de concentración = 69.65 mins.

Para tener una referencia de la calidad del agua del Arroyo Nisavia se realizaron pruebas para conocer el Ph, la temperatura y ppm, partes por millón disueltas, en la siguiente tabla se presentan los resultados:

Tabla 4. 8.Resultado de las mediciones de calidad de agua

Muestra	Ph	Ppm	Temperatura °C
Testigo	6.9		23°
1 Cruce de automóviles	7.31	0.107	22.3°
2	7.36	0.98	23°
3	7.35	0.114	22.8°











Fotografías 4. 3.Muestreo de agua del Arroyo Nisavia



Fotografías 4. 4.Vista frontal aguas arriba y aguas abajo del Arroyo Nisavía.

Hidrología Subterránea

En referencia a las aguas subterráneas la CONAGUA tiene delimitados 21 acuíferos en la entidad, de los cuales 5 están sobreexplotado los cuales son: 2004 Jamiltepec, y 2009 Río verde-Ejutla. Los acuíferos con mayor reserva son: 2013 Coatzacoalcos, 2010 Tuxtepec y 2025 Valles centrales En estos tres la reserva es de 632 millones de metros cúbicos.

El proyecto y el SA pertenecen al acuífero de Tehuantepec (SEMARNAT, 2016).

Tabla 4. 9.Acuíferos del SA

Clave	Nombre	Disponibilidad	Fecha D.O.F.	¿Sobreexplotado?	Superficie (Ha)	SA/ Eje del proyecto
2007	Tehuantepec	Con disponibilidad	17/09/2020	No	945173.123	Ambos

En la siguiente tabla se presentan las características del Acuífero Tehuantepec de acuerdo con CONAGUA (2016) publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 4. 10.Características del Acuífero de Tehuantepec.

Acuífero	Características estructurales	Uso	Calidad
Tehuantepec	acuífero de tipo libre heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido horizontal como vertical, de baja capacidad de almacenamiento, conformado por dos medios hidrogeológicos, uno de naturaleza porosa y otro	Se registró la existencia de 533 aprovechamientos del agua subterránea. Y de acuerdo con los datos reportados por el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), se tiene registrado un volumen de	De acuerdo al estudio realizado en el 2019, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana, para los diferentes usos. La concentración de sólidos totales disueltos presenta valores que varían de 130 a 370 ppm, que no sobrepasan el

	fracturado. El medio poroso constituye la unidad superior y está representado por los sedimentos aluviales de granulometría que varía de gravas a arcillas, que constituyen el lecho y la llanura de inundación del río Tehuantepec y arroyos tributarios, así como depósitos eólicos, litorales y conglomerados que conforman la planicie costera	extracción de 38.6 hm3 anuales, a la fecha de corte del 30 de diciembre del 2022. De los cuales 24.4 hm3 (63.2%) son para uso agrícola, 13.1 hm3 (33.9%) para abastecimiento de agua potable a las comunidades, 0.1 hm3 (0.3%) para uso doméstico-pecuario, 0.3 hm3 (0.8%) para servicios y 0.7 hm3 (1.8%) para uso múltiple.	límite máximo permisible (LMP) de 1000 ppm establecido en Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1-2021 "Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de mayo del 2022, 4 muestras presentaron concentraciones de fierro que sobrepasan el LMP de 0.3 mg/l que establece la norma mencionada y en 6 muestras se exceden el LMP de 0.15 mg/l en la concentración de manganeso. Con respecto a la conductividad eléctrica, el agua se clasifica de manera general como dulce, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Association (APHA, 1995), ya que sus valores varían de 220 a 650 μS/cm.

hm^3: Hectómetro cúbico que equivale a un millón de metros cúbicos.

Fuente: SEMARNAT, 2016. ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Tehuantepec, clave 2007, en el Estado de Oaxaca, Región Hidrológico-Administrativa Pacifico Sur.

4.3.1.5 Suelo

De acuerdo con el siguiente mapa el tipo de suelo del SA y área del proyecto es Ah- Acrisol húmico

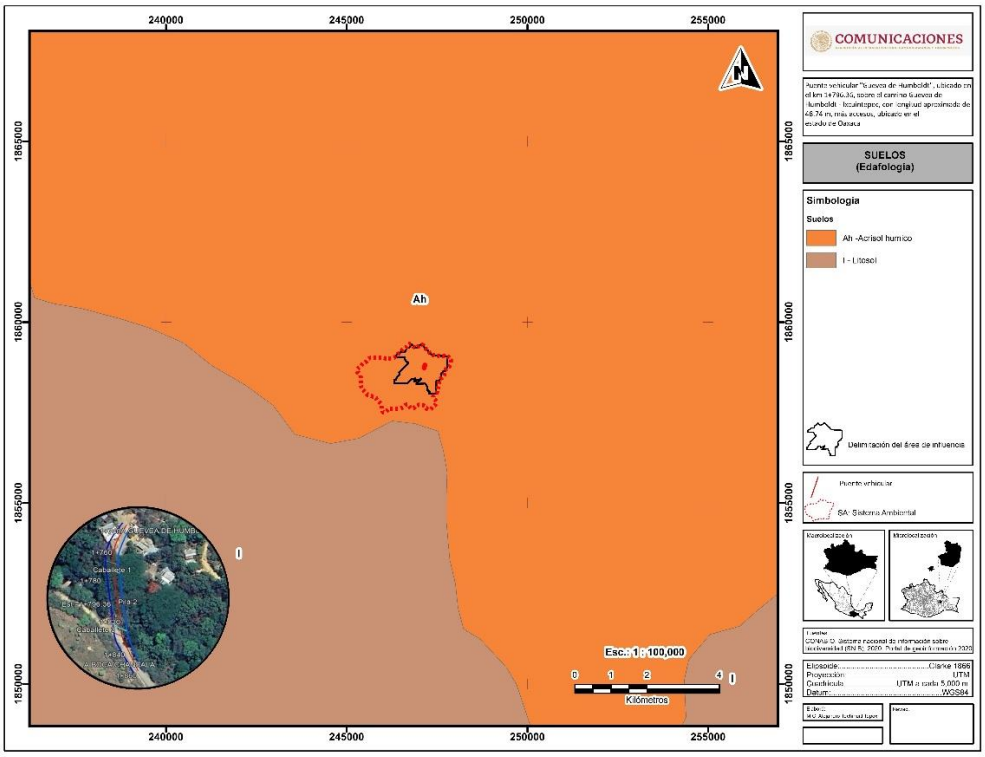


Figura 4. 14.Mapa de suelos

Ah Acrisol húmico.

Los Acrisoles húmicos tienen alto contenido de materia orgánica y de aluminio intercambiable (FitzPatrick 1984), acumulación de arcilla, endopedión con arcilla de baja actividad y saturación de cationes básicos menor del 50 %.



Fotografías 4. 5.Perfil de suelos

Al respecto de la degradación del suelo el sitio del proyecto presenta erosión hídrica con pérdida del suelo superficial.

En la siguiente figura se presenta la degradación de suelos del SA.

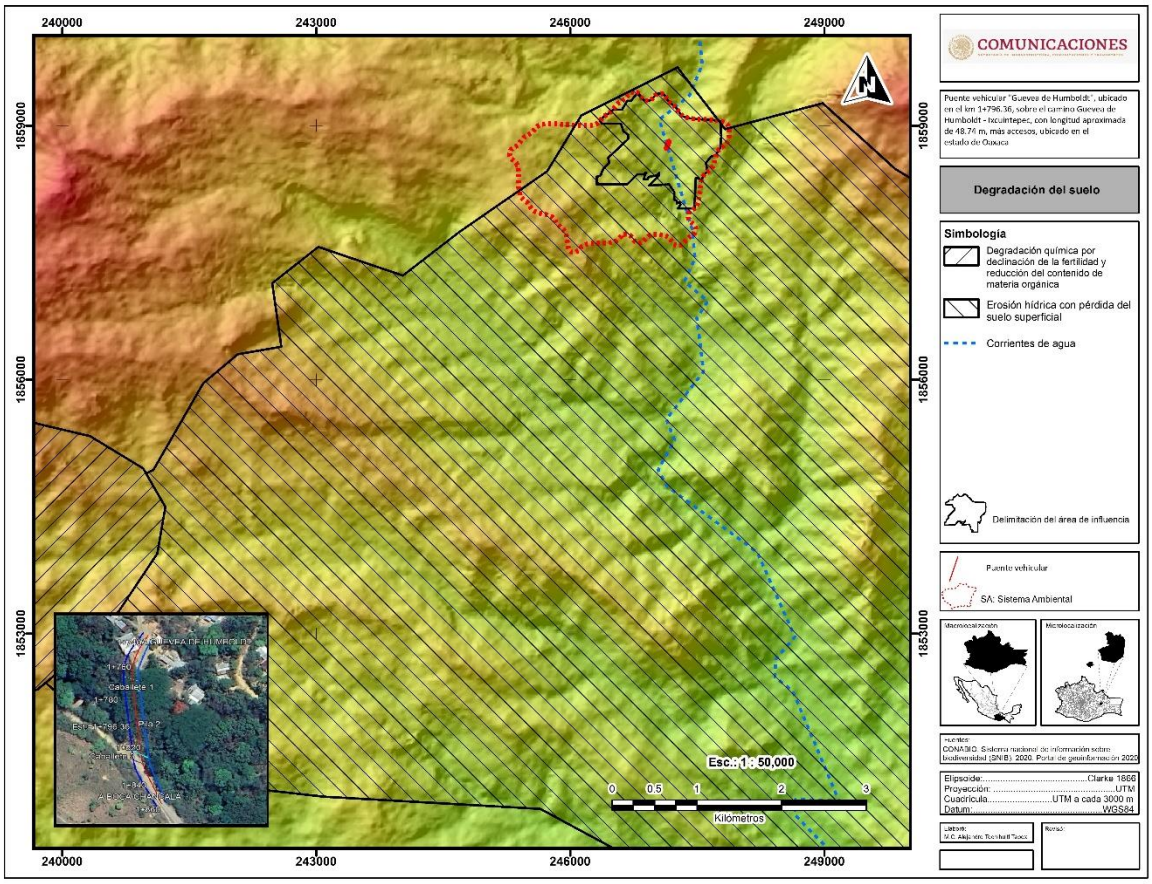


Figura 4. 15.Mapa de degradación de suelos

4.3.1.5. Vegetación

El Uso de suelo y Vegetación presente dentro del SA de acuerdo con Sistema de Información sobre la biodiversidad (SNIB) 2020, escala 1:25,000, serie V, se muestra en la siguiente figura.

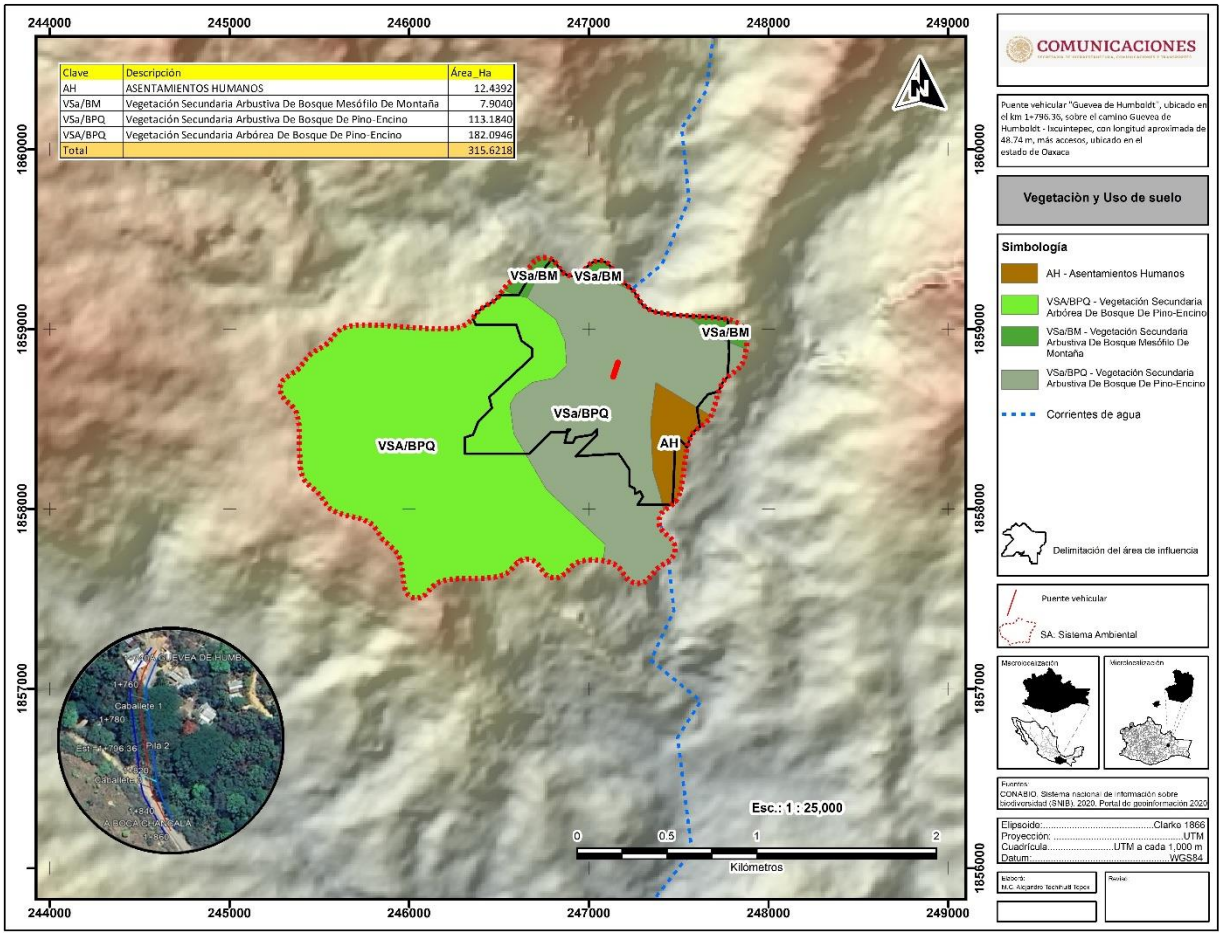


Figura 4. 16.Mapa de Uso de suelo y vegetación

Tipos de Uso de Suelo y vegetación del SA

En la siguiente tabla se enlista los tipos de vegetación que conforman el SA:

Tabla 4. 11.Uso de suelo y vegetación del SA

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie has	Porcentaje %
AH	Asentamientos humanos	12.4392	3.9
VSa/BM	Vegetación secundaria arbustiva bosque Mesófilo de montaña	7.904	2.5
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino- Encino	113.184	35.9
VSA/BPQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino- Encino	182.0946	57.7
	Total	**315.6218**	**100**

A continuación, se presenta una breve descripción de los usos de suelo y vegetación presentes en el SA, dicha descripción está basada e Guía para la interpretación de cartografía de uso del suelo y vegetación, escala 1:100000, serie V de INEGI (2017).

Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino (VSA/BPQ)

El nombre que se le da depende principalmente de la dominancia de algo de los dos elementos. Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales y los bosques mixtos de Quercus y Pinus son muy frecuentes en el país. Este tipo de vegetación ocupa en el SA el 57.7%.



Fotografías 4. 6.Vegetación secundaria arbórea de Bosque Pino-Encino.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino (VSa/BPQ)

La vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie. Este tipo de vegetación ocupa en el SA el 35.9 %.



Fotografías 4. 7.Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Pino-Encino.

Vegetación secundaria arbustiva bosque Mesófilo de montaña (VSa/BMM)

El Bosque Mesófilo de montaña se desarrolla en regiones con relieve accidentado y las laderas de pendiente pronunciada constituyen su hábitat más frecuente. En muchas áreas se halla restringido a cañadas protegidos del viento y de la fuerte insolación. Desciende a menudo hasta orillas de arroyos, pero no se le ha observado en suelos con drenaje deficiente.

Las masas puras de *Liquidámbar styraciflua* al menos en la mayoría de los casos como, una fase sucesional tendiente a restablecer un bosque mixto de *Liquidámbar* y otros árboles que probablemente, representa la condición climax, Este tipo de vegetación ocupa en el SA el 2.5 %.

Vegetación riparia.

La vegetación inmediatamente adyacente a los arroyos o a lo largo de los bordes de los lagos y charcos, se caracteriza por especies vegetales y formas de vida que difieren de aquéllas de los bosques circundantes y se denomina riparia. La composición de los árboles riparios depende de la elevación, y típicamente consta de árboles deciduos del género *Inga.* El marcado contraste entre la vegetación riparia y la de las tierras altas, produce una diversidad estructural y las características del borde.



Fotografías 4. 8.Vegetación riparia

Asentamientos Humanos (AH)

Se define como el porcentaje de población total de un país, territorio o área geográfica que vive en zonas definidas como urbanas, en un punto de tiempo específico, usualmente a mitad de año. El término urbano se refiere esencialmente a ciudades, pueblos y otras áreas densamente pobladas, en este caso la localidad más cercana al área del proyecto. Este tipo de uso de suelo ocupa el 3.9 % en el SA.



Fotografías 4. 9.Asentamientos humanos

Metodología del muestreo

Se realizaron transectos aleatorios en el SA, dadas las condiciones de campo se optó por la aplicación de transectos, es decir un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos será de 500 m^2 y está en función del grupo de plantas a medirse.

Forma y tamaño de las unidades de muestreo

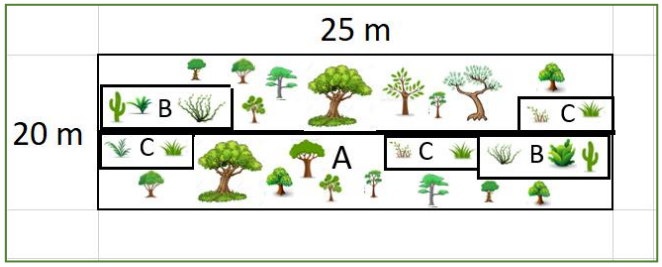


Figura 4. 17.Forma y tamaño de las unidades de muestreo

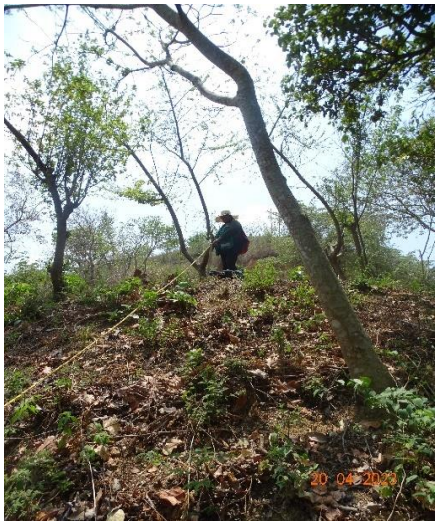
La línea gruesa y central indica la senda a partir de la cual se muestrea a ambos lados del transecto A.

- El transecto A se utiliza para el muestreo del estrato arbóreo. El tamaño del transecto es de 20 m x 25 m = 500 m^2
- EL transecto B para evaluar el estrato arbustivo. EL Tamaño del transecto es de 5 m x 20 m= 100 m^2
- El transecto C para el estrato herbáceo y renuevos de árboles o arbustos con altura menor a 50 cm. El Tamaño del transecto es de 4m x 5 m = 20 m^2

Delimitación del transecto

- Se tomó coordenadas de ubicación de cada transecto mediante un GPS.
- Se marcó con pintura aerosol el número de sitio en el árbol más cercano; se dirige la unidad de muestreo de manera paralela.
- Se traza el eje del transecto con ayuda de una cinta métrica, el cual permaneció tendido sobre estacas hasta terminar el levantamiento de datos.
- El ancho se definió con ayuda de un flexómetro y según el avance en la toma de datos sobre la línea.







Fotografías 4. 10.Delimitación del transecto

Para el caso de la vegetación riparia se realizó el siguiente procedimiento para establecer el sitio de muestreo.

1. Ubicar un transecto relativamente recto en el cauce del río.

2. Verificar que el ancho de este transecto sea homogéneo.
3. Medir el ancho efectivo en el que la vegetación se desarrolla junto al margen del río. A este valor debe recortarse una distancia equivalente al 10% para efectos de homogeneidad (anchura efectiva).
4. La superficie de muestreo para el caso de la vegetación riparia es de 500 m^2.

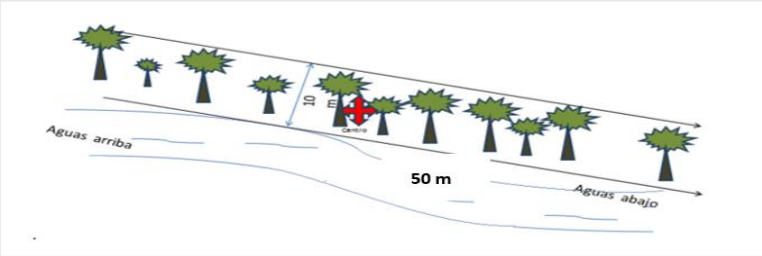


Figura 4. 18. Forma y tamaño de las unidades de muestreo de la Vegetación riparia



Fotografías 4. 11.Muestreos en la vegetación riparia

Distribución de los sitios de muestreo

La distribución de los sitios de muestreo en el área se determina al azar, mediante la interpretación de las imágenes satelitales, fotografías aéreas. Los muestreos se realizaron los días 20 y 21 de abril de 2023.

*Coordenadas del punto medio de la poligonal de muestreo.

Tabla 4. 12.Coordenadas de los sitios de muestreo.

Sitio	Tipo de vegetación	Coordenadas UTM del punto medio de la poligonal de muestreo		Superficie en m^2
M1	Vegetación riparia	247136.85	1858781.79	500
		247111.46	1858803.60	
M2	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino Pino (VSa/BQP).	247201.59	1858727.96	500
		247172.98	1858731.36	
M3		247231.48	1858634.99	500
		247254.59	1858668.94	
M4		247067.88	1858946.73	500

	Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Encino Pino (VSA/BQP).	247054.50	1858977.02	
	Total			**2000 m²**

Imagen satelital de los sitios de Muestreo.

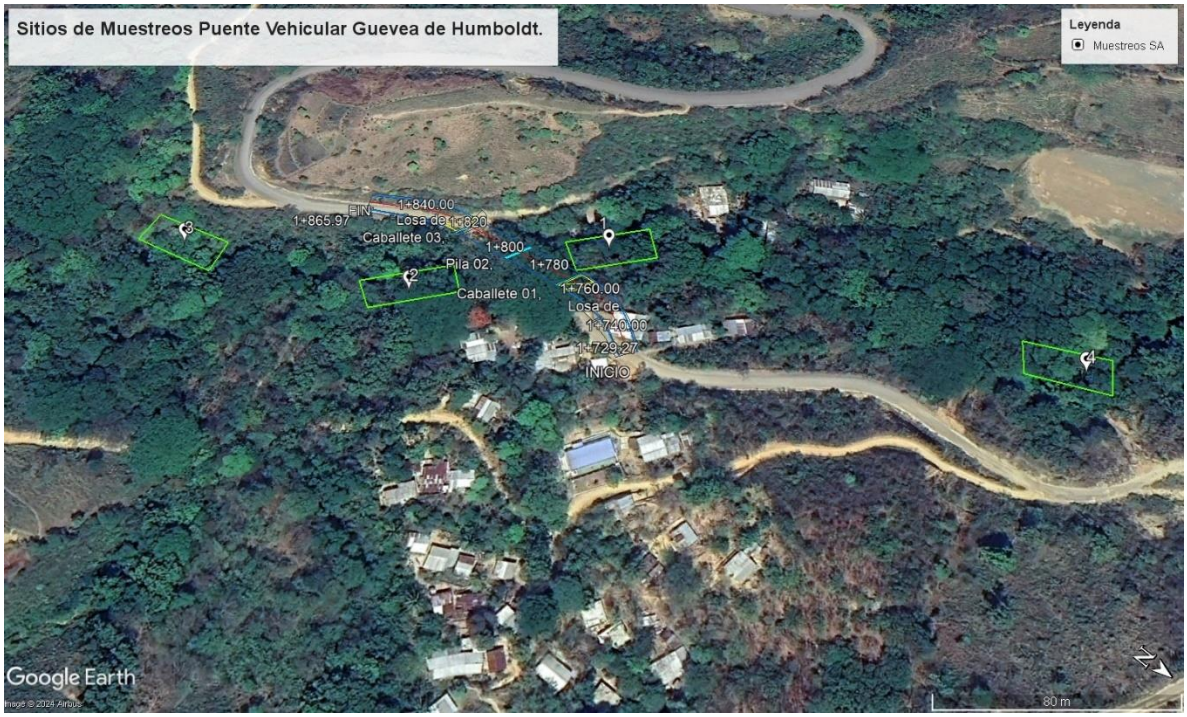


Figura 4. 19.Imagen satelital de los sitios de muestreos

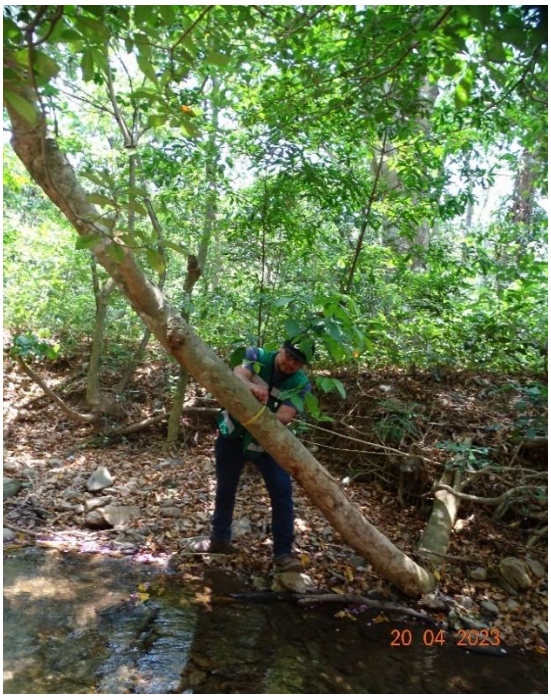
Transecto A para evaluar el estrato Arbóreo

Se incluyeron cada uno de los ejemplares de especies de crecimiento arbóreo con un diámetro del tronco (a 1.3 m de altura con respecto al nivel del suelo) Para arboles de (20-30 cm DAP), el registro se efectúa llevando una secuencia continua en el número de árboles. Se anotó el nombre común o científico o bien el número de la especie muestreada.

Toma de datos:

- Se midió el Diámetro (DAP) o la circunferencia, con la ayuda de una cinta diamétrica a una altura de 1.3 m a partir de suelo, Si el árbol presentaba ramificaciones debajo de los 1.3 m de altura, se tomaron los datos dasométricos de cada una de las ramas.

- Se calculó la altura total del árbol con la ayuda de un clinómetro







Fotografías 4. 12.Toma del DAP del estrato Arbóreo.

Transecto B para evaluar el estrato Arbustivo

En este subsidio se incluyen individuos arbustivos y renuevos de especies arbóreas, para los arbustos el diámetro de (1-30 cm DAP).

Toma de datos:

- Se midió el diámetro (DAP) o la circunferencia con la ayuda de una cinta diamétrica.
- Se calculó la altura total de la especie con la ayuda de un clinómetro.



Fotografías 4. 13. Toma de la altura del estrato Arbustivo.

Transecto C para evaluar el estrato Herbáceo

En este estrato se incluyen las hierbas y renuevos de especies arbóreas o arbustivas que no rebasaran los 50 cm de altura. Se midió la cobertura que puede ser de 1 a 2 m.

Toma de datos

- Se mide la cobertura de la especie con la ayuda de una cinta métrica.
- Se calcula la altura total de la especie
- Se anota el nombre común o científico o bien el número de la especie colectada, número de individuos por especie y detalles morfológicos de hojas, flores que ayuden a su identificación.

Toma de datos para la identificación de especies

Foto colecta: Se tomó imágenes fotográficas que registre detalles de las especies de flora (hojas, tallo, flor, fruto) así como de su entorno.

En caso de que no sea posible la identificación por fotos se colectaron una parte del ejemplar mediante la siguiente técnica.

Colecta botánica: se localizan plantas con hojas maduras y con flores o frutos, cuando la planta se trata de una herbácea se colecta completa con todo y raíz, si se trata de un árbol o arbusto se corta una rama no mayor de 40 x 20 cm que incluya hojas, flor y fruto en caso de ser posible. La planta se coloca en una hoja de periódico doblada a la mitad (45 x 30), anotando el número de colecta correspondiente en la etiqueta de colgar del ejemplar, después se coloca entre dos cartones de la misma dimensión, repitiendo este mecanismo para cada muestra, para poder proceder con el prensado.

Se registrarán los siguientes atributos por especie, de manera que sirvan como elementos al momento de la determinación taxonómica:

- -Localidad -Número o clave del sitio en que se registró
- -Altitud: altura sobre el nivel del mar en donde se hizo el registro
- -Fecha: día, mes y año (completo) en el formato DD/MM/ AAAA
- -Especie: el nombre común o bien el número de la especie colectada.
- -Hábito: porte o aspecto de la planta

-Notas descriptivas: características de los ejemplares colectados que se pierden durante su colecta y secado y que no son detectables en el ejemplar de herbario, por ejemplo: formas, colores, olores, sabores, presencia de exudados, descripción de la corteza.

Análisis de datos

Los índices que se obtendrán son índices de equidad de Margalef.

Índice de Margalef.

a) Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida.

$$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$$

b) Índice de Simpson

Es un índice de dominancia, muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie. Toma valores entre 0 y 1, cuando más alto es, reflejo menor diversidad de especies. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

c) Índice de Shannon-Wiener

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi \ \ lnPi$$

Composición florística

La composición florística se determina mediante la cuantificación del índice valor de importancia (IVI) de las especies; este consiste en la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia e indica la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en una comunidad (Curtis, 1959; Finol, 1971, 1976; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982). Los parámetros utilizados fueron los siguientes:

Índice de valor de importancia (IVI).

De acuerdo con Franco et al. (1989), el valor de importancia de cada especie se obtiene sumando sus valores de densidad, dominancia y frecuencia y nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300.

$$\text{I.V.I} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DOR}$$

Con este método se pueden conocer los siguientes parámetros de disposición espacial horizontal y de abundancia.

a) Densidad. Número de individuos de una especie por unidad de área.

$$D = \frac{ni}{Total\ del\ área\ muestreada}$$

b) Densidad relativa. Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

$$DR = \frac{Densidad\ de\ la\ especie}{Densidad\ total\ de\ todas\ las\ especies}\ 100$$

c) Frecuencia. Número de muestras en las que se encuentra una especie

$$F = \left(\frac{No.\ de\ parcelas\ en\ las\ que\ está\ la\ especie}{\sum F}\right)$$

d) Frecuencia relativa. Es la frecuencia de una especie con referencia a la frecuencia total de todas las especies.

$$FR = \left(\frac{No.\ de\ parcelas\ en\ las\ que\ está\ la\ especie}{\sum F}\right) 100$$

e) Dominancia. Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie. La dominancia se obtuvo mediante el área basal, la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie. Esta medida se analizó con base en valores de área basal para árboles y arbustos y cobertura para herbáceas. El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, la cual generalmente es a 1.3 metros. Se expresa en metros cuadrados de material vegetal por unidad de superficie de terreno y se obtiene a partir del DAP mediante la siguiente fórmula: Área basal $AB = \left(\frac{\pi}{4} DAP2\right)$ en caso de obtener la circunferencia del árbol con cinta métrica se deberá calcular el diámetro con la siguiente formula $DAP = \left(\frac{C}{\pi}\right)$

Para el caso de cobertura, esta se definió mediante $C = \left((= \pi\,(\frac{1}{4})(d1 + d2\right) 2$ siendo d1 y d2, los dos valores de los diámetros de la cobertura tomados en campo.

$$DO = \left(\frac{Bni}{ABN}\right)$$

Con los datos obtenidos en campo se procedió al análisis de los índices de diversidad y abundancia por estrato de los tipos de vegetación presentes en el SA y el índice de valor de importancia de las especies muestreadas, se obtuvo el listado de las especies florísticas con distribución potencial, el listado de poblaciones en riesgo de flora, en las siguientes tablas que se presentan en este capítulo sirven como apoyo para describir el medio biótico del SA.

En la tabla 4.13 se presenta el listado de especies que conforman el componente de vegetación, posterior se presentan el Análisis ecológico por estrato. Para mayor precisión se agrega el listado del SA y proyecto en el anexo 8.5.1. y los Análisis ecológicos del SA se encuentra en el anexo 8.6.1.

Tabla 4. 13.Listado florístico del Sistema ambiental

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Endemismo	Estatus en la Nom-059-Semarnat-2010
1	Pinaceae	*Pinus chiapensis*	Acalocote	Árbol	NE	Pr
2	Piperaceae	*Piper auritum*	Hierba santa	Hierba	NE	SS
3	Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Árbol	NE	SS
4	Ulmaceae	*Ulmus mexicana*	Olmo mexicano	Árbol	NE	SS
5	Asteraceae	*Calea urticifolia*	Hierba amarga	Arbusto	NE	SS
6	Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	Hierba	NE	SS
7	Rubiaceae	*Coffea arabica*	Café	Arbusto	EX	SS
8	Bromeliaceae	*Tillandsia concolor*	Tillandsia	Epifita	E	A
9	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabana	Arbusto	NE	SS
10	Anacacardiacea	*Mangifera indica*	Mango	Árbol	EX	SS
11	Annonaceae	*Annona squamosa*	Capulín	Árbol	NE	SS
12	Ulmaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	Árbol	NE	SS
13	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Carnero	Árbol	NE	SS
14	Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Chichón	Árbol	NE	SS
15	Meliaceae	*Trichilia havanensis*	Ciruelillo	Árbol	NE	SS
16	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	Arbusto	NE	SS
17	Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Cojon de gato	Árbol	NE	SS
18	Asteraceae	*Sonchus oleraceus*	Achicoria	Hierba	EX	SS
19	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino quiebra hacha	Árbol	NE	SS
20	Chenopodiaceae	*Chenopodium ambrosoides*	Epazote	Hierba	NE	SS

21	Fabaceae	*Lonchorcapus acuminatus*	Frijolillo	Árbol	NE	SS
22	Fabaceae	*Inga edulis*	Jinicuil	Árbol	EX	SS
23	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacastle	Árbol	NE	SS
24	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	Árbol	NE	SS
25	Boraginaceae	*Tournefortia glabra*	Hoja Fresca	Arbusto	NE	SS
26	Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Huizache	Arbusto	NE	SS
27	Hamamelidaceae	*Liquidambar styraciflua*	Liquidambar	Árbol	NE	SS
28	Myrtaceae	*Syzygium jambos*	Manzana rosa	Árbol	EX	SS
29	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanche	Árbol	NE	SS
30	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Árbol	NE	SS
31	Fabaceae	*Senna atomaria*	Palo zorrillo	Arbusto	NE	SS
32	Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino ocote	Árbol	NE	SS
33	Scrofulariaceae	*Buddleja americana*	Tepozán	Árbol	NE	SS
34	Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Escobilla	Hierba	NE	SS
35	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	Árbol	NE	SS
36	Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Amate	Árbol	NE	SS
37	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Hierba	NE	SS
38	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo	Hierba	NE	SS
39	Solanaceae	*Solanum nigrescens*	Hierba mora	Hierba	NE	SS
40	Lauraceae	*Ocotea sinuata*	Palo de aguacate	Árbol	NE	SS
41	Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	Árbol	NE	SS
42	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Arbusto	NE	SS
43	Anarcadiaceae	*Bixa orellana*	Achiote	Arbusto	NE	SS
44	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	Árbol	NE	A
45	Asteraceae	*Trixis inula*	Árnica	Hierba	NE	SS
46	Crassulaceae	*Kalanchoe pinnata*	Hoja del aire	Hierba	EX	SS
47	Asteraceae	*Chromolaena collina*	Hierba del ángel	Hierba	NE	SS
48	Asteraceae	*Ageratina pichinchensis*	Manrubio	Hierba	NE	SS
49	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	NE	SS
50	Asteraceae	*Galinsoga parviflora*	Estrellita	Hierba	NE	SS
51	Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Árbol	NE	SS
52	Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	Epifita	NE	SS
53	Asteraceae	*Pluchea carolinensis*	Canela	Arbusto	NE	SS
54	Asteraceae	*Bidens reptans*	Manzanilla trepador	Hierba	NE	SS
55	Malvaceae	*Triumfetta semitriloba*	Mozote	Hierba	NE	SS
56	Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana	Hierba	EX	SS
57	Urticaceae	*Boehmeria caudata*	Yerba del Jaguar	Arbusto	NE	SS

58	Asparagaceae	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Arbusto	E	SS
59	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Guarumo	Árbol	NE	SS
60	Papaveraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	Hierba	NE	SS
61	Boraginaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle	Arbusto	NE	SS
62	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albahaquilla	Hierba	NE	SS
63	Onagraceae	*Ludwigia octovalvis*	Calavera	Hierba	NE	SS
64	Amaranthaceae	*Gomphrena serrata*	Amor seco	Hierba	NE	SS
65	Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Dama de noche	Epifita	NE	SS
66	Bignonaceae	*Spathodea campanulata*	Tulipán de la india	Árbol	EX	SS
67	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorín	Árbol	E	SS
68	Zingiberaceae	*Hedychium coronarium*	Jazmín	Arbusto	EX	SS
69	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Arbusto	EX	SS
70	Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulincillo	Arbusto	NE	SS
71	Solanaceae	*Solanum torvum*	Amaclancle	Hierba	NE	SS
72	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	Hierba	NE	SS
73	Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante	Arbusto	NE	SS
74	Piperaceae	*Piper aduncum*	Matico	Arbusto	NE	SS
75	Begoniaceae	*Begonia heracleifolia*	Cachimba	Hierba	NE	SS
76	Rutaceae	*Citrus limon*	Limón	Arbusto	EX	SS
77	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	Árbol	NE	SS
78	Fabaceae	*Acacia cochliacantha*	Cubata	Arbusto	NE	SS
79	Fabaceae	*Acacia picachensis*	Espinillo amarillo	Arbusto	NE	SS
80	Asteraceae	*Adenophyllum aurantium*	Árnica	Hierba	E	SS
81	Asteraceae	*Tithonia diversifolia*	Acahual	Arbusto	NE	SS
82	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	Hierba	NE	SS
83	Heliotropiaceae	*Heliotropium angiospermum*	Alacrancillo	Hierba	NE	SS
84	Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Quintonil verde	Hierba	NE	SS
85	Cucurbitaceae	*Momordica charantia*	Pepino cimarrón	Hierba	EX	SS
86	Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Arbusto	NE	SS
87	Musaceae	*Musa paradisiaca*	Plátano	Arbusto	EX	SS
88	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Cojon de toro	Árbol	NE	SS
89	Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	Árbol	E	SS

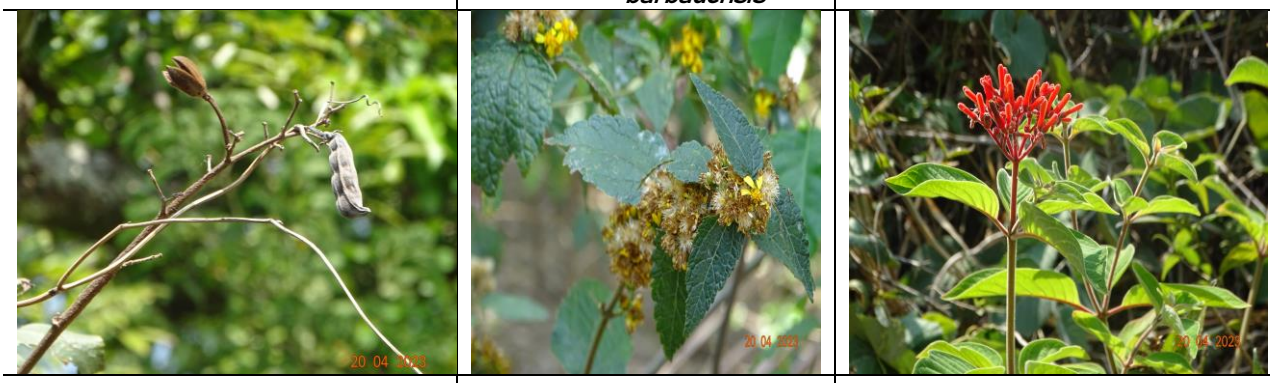
Nom-059-Semarnat-2010 E) Probablemente extinta de medio silvestre (P) en peligro de extinción (A) Amenazadas, (Pr) Sujeta a Protección especial, (SS) Sin estatus.

Endemismo (E=endémica, NE=no endémica, Ex=exótica, Me=microendemica)

Fotografías de especies encontradas en el SA



A. Tillandsia concolor | *B. Coccoloba barbadensis* | *C. Sapindus saponaria*



D.Luehea speciosa | *D. Calea urticifolia* | *E. Hamelia patens*



F. Erythrina lanata | *G. Trema micrantha* | *H. Dendropanax arboreus*

Fotografías 4. 14.Especies de flora del SA

Composición florística del SA

En el análisis de la composición florística del SA se registraron 51 familias 83 géneros y 2080 individuos, del índice de Margalef (Dmg) se obtuvo 11.52. Las Familias más representativas en cuanto a riqueza de especies son Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Fagaceae, Pinaceae y Apocinaceae.

El resultado del análisis de la composición florística del SA se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 14.Composición florística del SA

Composición florística del SAR	
Riqueza especifica	89
Índice de Margalef (Dmg)	11.52
Familias	51
Géneros	83
Número de individuos	2080

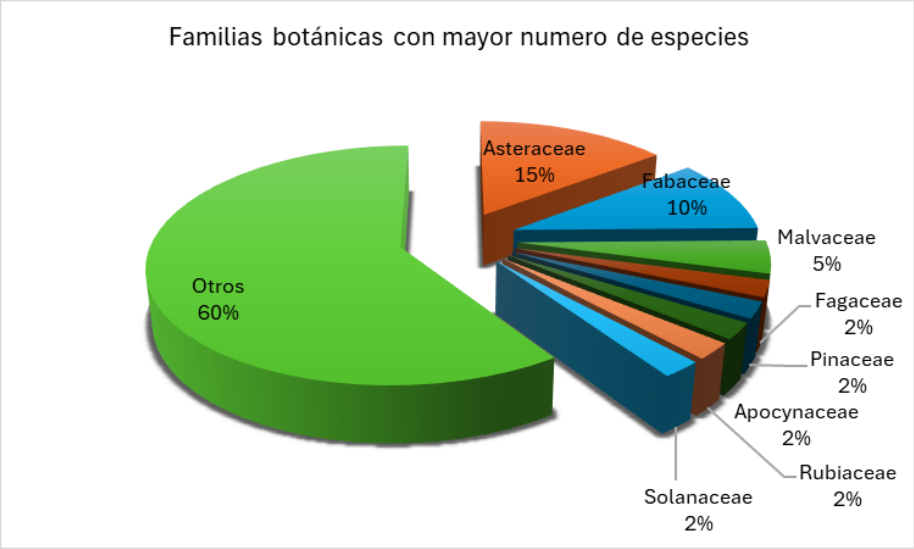


Figura 4. 20. Familias botánicas con mayor número de especies

Índices de diversidad biológica del Sistema ambiental

Estrato arbóreo

En la tabla 4.15 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el Sistema Ambiental. Del estrato arbóreo se obtuvo una riqueza específica de 26 especies y una abundancia de 807 individuos, de la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 3.74. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el Sistema Ambiental son: *Pinus oocarpa* (Pino ocote), *Pinus chiapensis* (Acalocote), *Quercus acutifolia* (Aguatle), *Quercus rugosa* (Encino quiebra hacha) y *Dendropanax arboreus* (Zapotillo), De las especies reportadas anteriormente del estrato arbóreo se encontró en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010 la especie *Cedrela odorata* (Cedro rojo) en la categoría de riesgo como Amenazada (A) y la especie *Pinus chiapensis* (Acalocote) en estatus de riesgo sujeta a protección especial (Pr).

Tabla 4. 15.Índice de diversidad estrato arbóreo del SA

ÍNDICES DE DIVERSIDAD DEL SA										
ESTRATO ARBÓREO										
No.	Especie	ni	N	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	S	lnN	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	Abundancia relativa
1	*Annona squamosa*	18	807	0.0223	0.0005	0.0848	26	6.69	3.74	2.2305
2	*Tabernaemontana donnell-smithii*	18		0.0223	0.0005	0.0848				2.2305

3	*Dendropanax arboreus*	28		0.0347	0.0012	0.1166				3.4696
4	*Sapindus saponaria*	24		0.0297	0.0009	0.1045				2.9740
5	*Zanthoxylum caribaeum*	23		0.0285	0.0008	0.1014				2.8501
6	*Bursea simaruba*	18		0.0223	0.0005	0.0848				2.2305
7	*Lonchorcapus acuminatus*	20		0.0248	0.0006	0.0916				2.4783
8	*Inga edulis*	12		0.0149	0.0002	0.0626				1.4870
9	*Enterolobium cyclocarpum*	15		0.0186	0.0003	0.0741				1.8587
10	*Gliricidia sepium*	17		0.0211	0.0004	0.0813				2.1066
11	*Erythrina lanata*	9		0.0112	0.0001	0.0501				1.1152
12	*Quercus rugosa*	31		0.0384	0.0015	0.1252				3.8414
13	*Quercus acutifolia*	69		0.0855	0.0073	0.2103				8.5502
14	*Liquidambar styraciflua*	11		0.0136	0.0002	0.0585				1.3631
15	*Pinus oocarpa*	189		0.2342	0.0548	0.3400				23.4201
16	*Byrsonima crassifolia*	30		0.0372	0.0014	0.1224				3.7175
17	*Luehea speciosa*	14		0.0173	0.0003	0.0703				1.7348
18	*Guazuma ulmifolia*	29		0.0359	0.0013	0.1195				3.5936
19	*Trichilia havanensis*	22		0.0273	0.0007	0.0982				2.7261
20	*Cedrela odorata*	12		0.0149	0.0002	0.0626				1.4870
21	*Ficus obtusifolia*	9		0.0112	0.0001	0.0501				1.1152
22	*Muntingia calabura*	16		0.0198	0.0004	0.0777				1.9827
23	*Syzygium jambos*	18		0.0223	0.0005	0.0848				2.2305
24	*Pinus chiapensis*	128		0.1586	0.0252	0.2921				15.8612
25	*Trema micrantha*	19		0.0235	0.0006	0.0883				2.3544
26	*Coccoloba barbadensis*	8		0.0099	0.0001	0.0457				0.9913
		807		**1**	**0.101**	**2.783**				**100.00**

Estrato arbustivo

En la tabla 4.16 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el Sistema Ambiental. Del estrato arbustivo se obtuvo una riqueza específica de 24 especies y una abundancia de 628 individuos, de la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 3.57. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el Sistema Ambiental son: *Calea urticifolia* (Hierba amarga), *Miconia xalapensis* (Capulincilllo) *Acacia farnesiana* (Huizache), *Bixa orellana* (Achiote) y *Hamelia patens* (Coralillo). De las especies reportadas anteriormente del estrato arbustivo, no se encontró ninguna en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 16.Índice de diversidad del estrato arbustivo del SA.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD SA										
ESTRATO ARBUSTIVO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Bixa orellana*	23	**628**	0.0366	0.0013	0.1211	**24**	**6.44**	**3.57**	3.6624

2	*Annona muricata*	8		0.0127	0.0002	0.0556				1.2739
3	*Xanthosoma robustum*	15		0.0239	0.0006	0.0892				2.3885
4	*Acrocomia aculeata*	11		0.0175	0.0003	0.0708				1.7516
5	*Agave salmiana*	15		0.0239	0.0006	0.0892				2.3885
6	*Calea urticifolia*	153		0.2436	0.0594	0.3440				24.3631
7	*Pluchea carolinensis*	24		0.0382	0.0015	0.1248				3.8217
8	*Tithonia diversifolia*	11		0.0175	0.0003	0.0708				1.7516
9	*Tournefortia glabra*	14		0.0223	0.0005	0.0848				2.2293
10	*Wigandia urens*	21		0.0334	0.0011	0.1136				3.3439
11	*Carica papaya*	12		0.0191	0.0004	0.0756				1.9108
12	*Boehmeria caudata*	17		0.0271	0.0007	0.0977				2.7070
13	*Ricinus communis*	18		0.0287	0.0008	0.1018				2.8662
14	*Acacia farnesiana*	69		0.1099	0.0121	0.2426				10.9873
15	*Senna atomaria*	9		0.0143	0.0002	0.0608				1.4331
16	*Acacia cochliacantha*	14		0.0223	0.0005	0.0848				2.2293
17	*Acacia picachensis*	10		0.0159	0.0003	0.0659				1.5924
18	*Miconia xalapensis*	79		0.1258	0.0158	0.2608				12.5796
19	*Mussa paradisiaca*	18		0.0287	0.0008	0.1018				2.8662
20	*Piper aduncum*	18		0.0287	0.0008	0.1018				2.8662
21	*Coffe arabica*	20		0.0318	0.0010	0.1098				3.1847
22	*Hamelia patens*	22		0.0350	0.0012	0.1174				3.5032
23	*Citrus limon*	8		0.0127	0.0002	0.0556				1.2739
24	*Buddleja americana*	19		0.0303	0.0009	0.1058				3.0255
		628		**1**	**0.101**	**2.746**				**100.00**

Estrato herbáceo

En la tabla 4.17 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el Sistema Ambiental. Del estrato herbáceo se obtuvo una riqueza específica de 26 especies y una abundancia de 603 individuos, de la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 3.91 Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el Sistema Ambiental son: *Bidens reptans* (Manzanilla trepador), *Melampodium divaricatum* (Acahual amarillo), *Asclepias curassavica* (Algodoncillo tropical), *Sonchus oleraceus* (Achicoria) y *Chromolaena odorata* (Albahaquilla). De las especies reportadas anteriormente del estrato herbáceo, no se reportaron especies en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 17.Índice de diversidad del estrato herbáceo del SA.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD SA										
ESTRATO HERBÁCEO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Tetramerium nervosum*	17	**603**	0.0282	0.0008	0.1006	**26**	**6.40**	**3.91**	2.8192

2	*Gomphrena serrata*	16		0.0265	0.0007	0.0963				2.6534
3	*Amaranthus hybridus*	21		0.0348	0.0012	0.1169				3.4826
4	*Asclepias curassavica*	32		0.0531	0.0028	0.1558				5.3068
5	*Sonchus oleraceus*	26		0.0431	0.0019	0.1356				4.3118
6	*Melampodium divaricatum*	89		0.1476	0.0218	0.2824				14.7595
7	*Trixis inula*	8		0.0133	0.0002	0.0573				1.3267
8	*Chromolaena collina*	11		0.0182	0.0003	0.0730				1.8242
9	*Ageratina pichinchensis*	18		0.0299	0.0009	0.1048				2.9851
10	*Galinsoga parviflora*	20		0.0332	0.0011	0.1130				3.3167
11	*Bidens reptans*	149		0.2471	0.0611	0.3454				24.7098
12	*Chromolaena odorata*	22		0.0365	0.0013	0.1208				3.6484
13	*Adenophyllum aurantium*	14		0.0232	0.0005	0.0874				2.3217
14	*Parthenium hysterophorus*	11		0.0182	0.0003	0.0730				1.8242
15	*Begonia heracleifolia*	14		0.0232	0.0005	0.0874				2.3217
16	*Chenopodium ambrosioides*	13		0.0216	0.0005	0.0827				2.1559
17	*Commelina diffusa*	9		0.0149	0.0002	0.0628				1.4925
18	*Heliotropium angiospermum*	8		0.0133	0.0002	0.0573				1.3267
19	*Sida rhombifolia*	11		0.0182	0.0003	0.0730				1.8242
20	*Triumfetta semitriloba*	7		0.0116	0.0001	0.0517				1.1609
21	*Ludwigia octovalvis*	18		0.0299	0.0009	0.1048				2.9851
22	*Argemone mexicana*	16		0.0265	0.0007	0.0963				2.6534
23	*Piper auritum*	20		0.0332	0.0011	0.1130				3.3167
24	*Solanum nigrescens*	14		0.0232	0.0005	0.0874				2.3217
25	*Solanum torvum*	9		0.0149	0.0002	0.0628				1.4925
26	*Hedychium coronarium*	10		0.0166	0.0003	0.0680				1.6584
		603		**1**	**0.101**	**2.810**				**100.00**

Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVI) del SA.

Valor de Importancia Ecológica (I.V.I) Estrato Arbóreo

En la tabla 4.18 se muestra el índice de valor de importancia ecológica de cada una de las especies reportadas en el Sistema Ambiental, de las cuales *Pinus oocarpa* (Pino ocote), *Pinus chiapensis* (Acalocote), *Quercus acutifolia* (Aguatle), *Byrsonima crassifolia* (Nanche), Quercus rugosa (Encino quiebra hacha) y *Zanthoxylum caribaeum* (Chichón), presentan los valores más altos. De las especies reportadas se encontró en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010 la especie *Cedrela odorata* (Cedro rojo) en la categoría de riesgo como Amenazada (A) y *Pinus chiapensis* (Acalocote) en estatus de riesgo sujeta a protección especial (Pr).

Tabla 4. 18.Índice Valor de Importancia del estrato arbóreo del SA

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Annona squamosa*	18	2.230	5.357	0.084	7.672

2	*Tabernaemontana donnell-smithii*	18	2.230	3.571	0.073	5.875
3	*Dendropanax arboreus*	28	3.470	3.571	0.232	7.273
4	*Sapindus saponaria*	24	2.974	3.571	0.150	6.695
5	*Zanthoxylum caribaeum*	23	2.850	5.357	0.187	8.394
6	*Bursea simaruba*	18	2.230	3.571	0.121	5.923
7	*Lonchorcapus acuminatus*	20	2.478	3.571	0.126	6.176
8	*Inga edulis*	12	1.487	5.357	0.037	6.882
9	*Enterolobium cyclocarpum*	15	1.859	3.571	0.000	5.430
10	*Gliricidia sepium*	17	2.107	3.571	0.052	5.730
11	*Erythrina lanata*	9	1.115	3.571	0.018	4.705
12	*Quercus rugosa*	31	3.841	3.571	0.966	8.379
13	*Quercus acutifolia*	69	8.550	3.571	3.719	15.841
14	*Liquidambar styraciflua*	11	1.363	3.571	0.068	5.002
15	*Pinus oocarpa*	189	23.420	5.357	81.738	110.515
16	*Byrsonima crassifolia*	30	3.717	5.357	0.266	9.341
17	*Luehea speciosa*	14	1.735	3.571	0.038	5.345
18	*Guazuma ulmifolia*	29	3.594	3.571	0.514	7.679
19	*Trichilia havanensis*	22	2.726	3.571	0.126	6.423
20	*Cedrela odorata*	12	1.487	1.786	0.060	3.333
21	*Ficus obtusifolia*	9	1.115	3.571	0.157	4.844
22	*Muntingia calabura*	16	1.983	3.571	0.046	5.600
23	*Syzygium jambos*	18	2.230	3.571	0.073	5.875
24	*Pinus chiapensis*	128	15.861	3.571	10.905	30.338
25	*Trema micrantha*	19	2.354	3.571	0.202	6.128
26	*Coccoloba barbadensis*	8	0.991	3.571	0.039	4.602
		807	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Valor de Importancia Ecológica (I.V.I) Estrato Arbustivo

En la tabla 4.19 se muestra el índice de valor de importancia ecológica de cada una de las especies reportadas en el Sistema Regional Ambiental, de las cuales *Calea urticifolia,* (Hierba amarga), *Miconia xalapensis* (Capulincillo), *Acacia farnesiana* (Huizache), *Pluchea carolinensis* (Canela) y *Buddleja americana* (Tepozán), presentan los valores más altos. De las especies reportadas no se encontró ninguna en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 19.Índice Valor de Importancia del estrato arbustivo del SA

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Bixa orellana*	23	3.662	3.846	1.753	9.261
2	*Annona muricata*	8	1.274	3.846	0.147	5.267
3	*Xanthosoma robustum*	15	2.389	3.846	0.705	6.939

4	*Acrocomia aculeata*	11	1.752	1.923	0.278	3.953
5	*Agave salmiana*	15	2.389	3.846	0.665	6.900
6	*Calea urticifolia*	153	24.363	5.769	46.917	77.050
7	*Pluchea carolinensis*	24	3.822	5.769	1.325	10.916
8	*Tithonia diversifolia*	11	1.752	3.846	0.243	5.840
9	*Tournefortia glabra*	14	2.229	3.846	0.313	6.389
10	*Wigandia urens*	21	3.344	3.846	0.649	7.839
11	*Carica papaya*	12	1.911	3.846	0.230	5.987
12	*Boehmeria caudata*	17	2.707	3.846	0.579	7.132
13	*Ricinus communis*	18	2.866	3.846	0.745	7.458
14	*Acacia farnesiana*	69	10.987	5.769	15.774	32.530
15	*Senna atomaria*	9	1.433	3.846	0.212	5.491
16	*Acacia cochliacantha*	14	2.229	3.846	0.393	6.468
17	*Acacia picachensis*	10	1.592	3.846	0.262	5.700
18	*Miconia xalapensis*	79	12.580	5.769	24.267	42.616
19	*Mussa paradisiaca*	18	2.866	3.846	1.073	7.786
20	*Piper aduncum*	18	2.866	3.846	0.649	7.362
21	*Coffe arabica*	20	3.185	3.846	0.802	7.833
22	*Hamelia patens*	22	3.503	3.846	0.970	8.319
23	*Citrus limon*	8	1.274	3.846	0.102	5.222
24	*Buddleja americana*	19	3.025	5.769	0.945	9.740
		628	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Valor de Importancia Ecológica (I.V.I) Estrato herbáceo.

En la tabla 4.20 se muestra el índice de valor de importancia ecológica de cada una de las especies reportadas en el Sistema Ambiental, de las cuales *Bidens reptans* (Mazanilla trepador), *Melampodium divaricatum* (Acahual amarillo), *Asclepias curassavica* (Algodoncillo tropical), *Sonchus oleraceus*(Achicoria) y *Chromolaena odorata* (Albahaquilla), presentan los valores más altos. De las especies reportadas del estrato herbáceo no se encontró ninguna en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010).

Tabla 4. 20.Índice Valor de Importancia del estrato herbáceo del SA

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Tetramerium nervosum*	17	2.819	3.448	0.696	6.963
2	*Gomphrena serrata*	16	2.653	5.172	0.394	8.220
3	*Amaranthus hybridus*	21	3.483	3.448	1.020	7.951
4	*Asclepias curassavica*	32	5.307	5.172	3.093	13.572
5	*Sonchus oleraceus*	26	4.312	3.448	2.042	9.802
6	*Melampodium divaricatum*	89	14.760	5.172	24.786	44.717

7	*Trixis inula*	8	1.327	5.172	0.160	6.659
8	*Chromolaena collina*	11	1.824	3.448	0.392	5.665
9	*Ageratina pichinchensis*	18	2.985	3.448	0.979	7.412
10	*Galinsoga parviflora*	20	3.317	3.448	0.963	7.728
11	*Bidens reptans*	149	24.710	5.172	57.816	87.698
12	*Chromolaena odorata*	22	3.648	3.448	1.260	8.357
13	*Adenophyllum aurantium*	14	2.322	3.448	0.592	6.362
14	*Parthenium hysterophorus*	11	1.824	3.448	0.291	5.564
15	*Begonia heracleifolia*	14	2.322	3.448	0.435	6.205
16	*Chenopodium ambrosioides*	13	2.156	3.448	0.548	6.152
17	*Commelina diffusa*	9	1.493	3.448	0.125	5.066
18	*Heliotropium angiospermum*	8	1.327	3.448	0.109	4.884
19	*Sida rhombifolia*	11	1.824	5.172	0.291	7.288
20	*Triumfetta semitriloba*	7	1.161	3.448	0.159	4.768
21	*Ludwigia octovalvis*	18	2.985	3.448	0.979	7.412
22	*Argemone mexicana*	16	2.653	3.448	0.829	6.931
23	*Piper auritum*	20	3.317	3.448	0.963	7.728
24	*Solanum nigrescens*	14	2.322	3.448	0.510	6.280
25	*Solanum torvum*	9	1.493	3.448	0.245	5.185
26	*Hedychium coronarium*	10	1.658	3.448	0.324	5.431
		603	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Área de influencia

Estrato arbóreo

En la tabla 4.21 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el Área de influencia, del estrato arbóreo se obtuvo una riqueza específica de 22 especies y una abundancia de 605 individuos, de la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 3.28. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el Área de influencia son: *Pinus oocarpa* (Pino ocote), *Guazuma ulmifolia* (Cuahulote), *Byrsonima crassifolia* (Nanche), *Quercus rugosa* (Encino quiebra hacha) y *Dendropanax arboreus* (Zapotillo). De las especies reportadas no se encontró ninguna especie en categoría de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 21.Índice de diversidad estrato arbóreo del AI

ÍNDICES DE DIVERSIDAD DEL AI										
ESTRATO ARBÓREO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Dendropanax arboreus*	32	**605**	0.0529	0.0028	0.1555	**22**	**6.41**	**3.28**	5.2893
2	*Lonchorcapus acuminatus*	22		0.0364	0.0013	0.1205				3.6364
3	*Zanthoxylum caribaeum*	24		0.0397	0.0016	0.1280				3.9669
4	*Tabernaemontana donnell-smithii*	17		0.0281	0.0008	0.1004				2.8099
5	*Sapindus saponaria*	20		0.0331	0.0011	0.1127				3.3058

6	*Muntingia calabura*	18		0.0298	0.0009	0.1046				2.9752
7	*Enterolobium cyclocarpum*	18		0.0298	0.0009	0.1046				2.9752
8	*Inga edulis*	14		0.0231	0.0005	0.0872				2.3140
9	*Bursea simaruba*	18		0.0298	0.0009	0.1046				2.9752
10	*Gliricidia sepium*	20		0.0331	0.0011	0.1127				3.3058
11	*Quercus rugosa*	32		0.0529	0.0028	0.1555				5.2893
12	*Byrsonima crassifolia*	36		0.0595	0.0035	0.1679				5.9504
13	*Trema micrantha*	21		0.0347	0.0012	0.1167				3.4711
14	*Annona squamosa*	19		0.0314	0.0010	0.1087				3.1405
15	*Pinus oocarpa*	162		0.2678	0.0717	0.3528				26.7769
16	*Guazuma ulmifolia*	39		0.0645	0.0042	0.1767				6.4463
17	*Trichilia havanensis*	28		0.0463	0.0021	0.1422				4.6281
18	*Luehea speciosa*	18		0.0298	0.0009	0.1046				2.9752
19	*Syzygium jambos*	21		0.0347	0.0012	0.1167				3.4711
20	*Cedrela odorata*	11		0.0182	0.0003	0.0729				1.8182
21	*Ficus obtusifolia*	8		0.0132	0.0002	0.0572				1.3223
22	*Erythrina lanata*	7		0.0116	0.0001	0.0516				1.1570
		605		**1**	**0.101**	**2.754**				**100.00**

Estrato arbustivo

En la tabla 4.22 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el Área de influencia, del estrato arbustivo se obtuvo una riqueza específica de 21 especies y una abundancia de 505 individuos, de la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 3.21. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el Área de influencia son: *Calea urticifolia* (Hierba amarga), *Acacia farnesiana* (Huizache), *Miconia xalapensis* (Capulíncillo), *Bixa orellana* (Achiote) y Hamelia *patens* (Coralillo). De las especies reportadas anteriormente del estrato arbustivo no se encontró ninguna en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 22.Índice de diversidad del estrato arbustivo del AI

ÍNDICES DE DIVERSIDAD AI										
ESTRATO ARBUSTIVO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Boehmeria caudata*	9	**505**	0.0178	0.0003	0.0718	**21**	**6.22**	**3.21**	1.7822
2	*Annona muricata*	7		0.0139	0.0002	0.0593				1.3861
3	*Xanthosoma robustum*	15		0.0297	0.0009	0.1045				2.9703
4	*Bixa orellana*	36		0.0713	0.0051	0.1883				7.1287
5	*Miconia xalapensis*	40		0.0792	0.0063	0.2008				7.9208
6	*Wigandia urens*	22		0.0436	0.0019	0.1365				4.3564
7	*Calea urticifolia*	136		0.2693	0.0725	0.3533				26.9307
8	*Senna atomaria*	9		0.0178	0.0003	0.0718				1.7822

9	*Tournefortia glabra*	13		0.0257	0.0007	0.0942				2.5743
10	*Buddleja americana*	21		0.0416	0.0017	0.1322				4.1584
11	*Carica papaya*	11		0.0218	0.0005	0.0834				2.1782
12	*Ricinus communis*	18		0.0356	0.0013	0.1188				3.5644
13	*Acacia cochliacantha*	11		0.0218	0.0005	0.0834				2.1782
14	*Citrus limon*	6		0.0119	0.0001	0.0527				1.1881
15	*Piper aduncum*	18		0.0356	0.0013	0.1188				3.5644
16	*Pluchea carolinensis*	14		0.0277	0.0008	0.0994				2.7723
17	*Tithonia diversifolia*	9		0.0178	0.0003	0.0718				1.7822
18	*Hamelia patens*	24		0.0475	0.0023	0.1448				4.7525
19	*Mussa paradisiaca*	15		0.0297	0.0009	0.1045				2.9703
20	*Acacia farnesiana*	49		0.0970	0.0094	0.2263				9.7030
21	*Coffe arabica*	22		0.0436	0.0019	0.1365				4.3564
		505		**1**	**0.109**	**2.653**				**100.00**

Estrato herbáceo

En la tabla 4.23 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el Área de influencia, del estrato arbustivo se obtuvo una riqueza específica de 23 especies y una abundancia de 529 individuos, de la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 2.36. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el Área de influencia son: *Bidens reptans* (Manzanilla trepador), *Melampodium divaricatum* (Acahual amarillo), *Asclepias curassavica* (Algodoncillo tropical), *Sonchus oleraceus*(Achicoria) y *Piper auritum* (Hierba santa). De las especies reportadas anteriormente del estrato herbáceo no se encontró ninguna en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 23.Índice de diversidad del estrato herbáceo AI

ÍNDICES DE DIVERSIDAD AI										
ESTRATO HERBÁCEO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Chenopodium ambrosioides*	14	**529**	0.0265	0.0007	0.0961	**23**	**6.27**	**3.51**	2.6465
2	*Chromolaena odorata*	20		0.0378	0.0014	0.1238				3.7807
3	*Sonchus oleraceus*	22		0.0416	0.0017	0.1322				4.1588
4	*Amaranthus hybridus*	18		0.0340	0.0012	0.1150				3.4026
5	*Ageratina pichinchensis*	17		0.0321	0.0010	0.1105				3.2136
6	*Parthenium hysterophorus*	14		0.0265	0.0007	0.0961				2.6465
7	*Trixis inula*	9		0.0170	0.0003	0.0693				1.7013
8	*Chromolaena collina*	14		0.0265	0.0007	0.0961				2.6465
9	*Commelina diffusa*	8		0.0151	0.0002	0.0634				1.5123
10	*Tetramerium nervosum*	11		0.0208	0.0004	0.0805				2.0794
11	*Bidens reptans*	133		0.2514	0.0632	0.3471				25.1418

12	*Melampodium divaricatum*	67		0.1267	0.0160	0.2617				12.6654
13	*Gomphrena serrata*	16		0.0302	0.0009	0.1058				3.0246
14	*Triumfetta semitriloba*	17		0.0321	0.0010	0.1105				3.2136
15	*Asclepias curassavica*	36		0.0681	0.0046	0.1829				6.8053
16	*Heliotropium angiospermum*	7		0.0132	0.0002	0.0572				1.3233
17	*Argemone mexicana*	14		0.0265	0.0007	0.0961				2.6465
18	*Ludwigia octovalvis*	20		0.0378	0.0014	0.1238				3.7807
19	*Sida rhombifolia*	12		0.0227	0.0005	0.0859				2.2684
20	*Solanum torvum*	11		0.0208	0.0004	0.0805				2.0794
21	*Hedychium coronarium*	16		0.0302	0.0009	0.1058				3.0246
22	*Piper auritum*	21		0.0397	0.0016	0.1281				3.9698
23	*Solanum nigrescens*	12		0.0227	0.0005	0.0859				2.2684
		529		**1**	**0.100**	**2.755**				**100.00**

Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVI) del AI

Estrato Arbóreo

En la tabla 4.24 se muestra el índice de valor de importancia ecológica del estrato arbóreo de las especies reportadas en el Área de influencia, de las cuales, *Pinus oocarpa* (Pino ocote), *Guazuma ulmifolia* (Cuahulote), *Byrsonima crassifolia* (Nanche), *Quercus rugosa* (Encino quiebra hacha) y *Trichilia havanensis* (Ciruelillo), presentan los valores más altos. De las especies reportadas no se encontró ninguna especie en categoría de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 24.Índice Valor de Importancia del estrato arbóreo del AI.

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Dendropanax arboreus*	32	5.289	6.667	0.687	12.642
2	*Lonchorcapus acuminatus*	22	3.636	4.444	0.442	8.522
3	*Zanthoxylum caribaeum*	24	3.967	4.444	0.430	8.842
4	*Tabernaemontana donnell-smithii*	17	2.810	4.444	0.227	7.482
5	*Sapindus saponaria*	20	3.306	4.444	0.268	8.018
6	*Muntingia calabura*	18	2.975	4.444	0.172	7.591
7	*Enterolobium cyclocarpum*	18	2.975	4.444	0.000	7.420
8	*Inga edulis*	14	2.314	4.444	0.079	6.838
9	*Bursea simaruba*	18	2.975	4.444	0.172	7.591
10	*Gliricidia sepium*	20	3.306	4.444	0.162	7.912
11	*Quercus rugosa*	32	5.289	4.444	1.661	11.395
12	*Byrsonima crassifolia*	36	5.950	6.667	0.775	13.392
13	*Trema micrantha*	21	3.471	4.444	0.442	8.357
14	*Annona squamosa*	19	3.140	4.444	0.242	7.827

15	*Pinus oocarpa*	162	26.777	4.444	91.287	122.508
16	*Guazuma ulmifolia*	39	6.446	6.667	1.665	14.778
17	*Trichilia havanensis*	28	4.628	4.444	0.586	9.658
18	*Luehea speciosa*	18	2.975	4.444	0.194	7.613
19	*Syzygium jambos*	21	3.471	4.444	0.179	8.094
20	*Cedrela odorata*	11	1.818	4.444	0.064	6.327
21	*Ficus obtusifolia*	8	1.322	2.222	0.234	3.778
22	*Erythrina lanata*	7	1.157	2.222	0.033	3.412
		605	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Valor de Importancia Ecológica (I.V.I) Estrato Arbustivo del AI

En la tabla 4.25 se muestra el índice de valor de importancia ecológica del estrato arbustivo de las especies reportadas en el Área de influencia, de las cuales *Calea urticifolia* (Hierba amarga), *Acacia farnesiana* (Huizache), *Miconia xalapensis* (Capulíncillo), *Bixa orellana* (Achiote) y *Hamelia patens* (Coralillo), presentan los valores más altos. De las especies reportadas no se encontraron especies en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 25.Índice Valor de Importancia del estrato arbustivo del AI.

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Boehmeria caudata*	9	1.782	4.545	0.263	6.591
2	*Annona muricata*	7	1.386	4.545	0.183	6.114
3	*Xanthosoma robustum*	15	2.970	4.545	1.142	8.658
4	*Bixa orellana*	36	7.129	4.545	6.962	18.636
5	*Miconia xalapensis*	40	7.921	6.818	10.087	24.826
6	*Wigandia urens*	22	4.356	4.545	1.356	10.258
7	*Calea urticifolia*	136	26.931	6.818	60.106	93.855
8	*Senna atomaria*	9	1.782	4.545	0.344	6.671
9	*Tournefortia glabra*	13	2.574	4.545	0.549	7.669
10	*Buddleja americana*	21	4.158	4.545	1.872	10.576
11	*Carica papaya*	11	2.178	4.545	0.393	7.117
12	*Ricinus communis*	18	3.564	4.545	0.908	9.018
13	*Acacia cochliacantha*	11	2.178	4.545	0.313	7.037
14	*Citrus limon*	6	1.188	4.545	0.060	5.793
15	*Piper aduncum*	18	3.564	4.545	0.908	9.018
16	*Pluchea carolinensis*	14	2.772	4.545	0.637	7.955
17	*Tithonia diversifolia*	9	1.782	4.545	0.302	6.630
18	*Hamelia patens*	24	4.752	4.545	1.872	11.170
19	*Mussa paradisiaca*	15	2.970	4.545	0.731	8.247
20	*Acacia farnesiana*	49	9.703	6.818	8.957	25.478
21	*Coffe arabica*	22	4.356	2.273	2.054	8.683

		505	100.00	100.00	100.00	300.00

Valor de Importancia Ecológica (I.V.I) Estrato herbáceo del AI

En la tabla 4.26 se muestra el índice de valor de importancia ecológica del estrato herbáceo de las especies reportadas en el Área de influencia, de las cuales *Bidens reptans* (Manzanilla trepador), *Melampodium divaricatum* (Acahual amarillo), *Asclepias curassavica* (Algodoncillo tropical), *Chromolaena odorata* (Albahaquilla) y *Piper auritum* (Hierba santa), presentan los valores más altos. De las especies reportadas no se encontraron ninguna en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 26.Índice Valor de Importancia del estrato herbáceo del AI.

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Chenopodium ambrosioides*	14	2.647	4.255	0.643	7.545
2	*Chromolaena odorata*	20	3.781	6.383	1.412	11.575
3	*Sonchus oleraceus*	22	4.159	4.255	1.362	9.776
4	*Amaranthus hybridus*	18	3.403	4.255	0.986	8.644
5	*Ageratina pichinchensis*	17	3.214	4.255	1.094	8.563
6	*Parthenium hysterophorus*	14	2.647	4.255	0.389	7.291
7	*Trixis inula*	9	1.701	4.255	0.286	6.243
8	*Chromolaena collina*	14	2.647	4.255	0.551	7.453
9	*Commelina diffusa*	8	1.512	4.255	0.115	5.883
10	*Tetramerium nervosum*	11	2.079	4.255	0.427	6.762
11	*Bidens reptans*	133	25.142	4.255	62.429	91.826
12	*Melampodium divaricatum*	67	12.665	4.255	16.995	33.915
13	*Gomphrena serrata*	16	3.025	4.255	0.692	7.972
14	*Triumfetta semitriloba*	17	3.214	4.255	1.020	8.489
15	*Asclepias curassavica*	36	6.805	4.255	4.906	15.967
16	*Heliotropium angiospermum*	7	1.323	4.255	0.186	5.764
17	*Argemone mexicana*	14	2.647	4.255	0.692	7.594
18	*Ludwigia octovalvis*	20	3.781	4.255	1.217	9.253
19	*Sida rhombifolia*	12	2.268	4.255	0.490	7.014
20	*Solanum torvum*	11	2.079	4.255	0.523	6.858
21	*Hedychium coronarium*	16	3.025	4.255	1.332	8.612
22	*Piper auritum*	21	3.970	4.255	1.670	9.895
23	*Solanum nigrescens*	12	2.268	4.255	0.583	7.107
		529	100.00	100.00	100.00	300.00

Población en riesgo

Las especies en riesgo son todas aquellas que han disminuido al pasar del tiempo, muchas en un lapso relativamente corto y debido a factores como actividades antrópicas, transformación de su hábitat

sobrexplotación, interacciones con especies invasoras, efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas.

Las poblaciones en riesgo de flora y fauna silvestre en México se enlistan en la Norma Oficial Mexicana 059, esta es un instrumento jurídico-administrativo que tiene por objeto identificar las especies de flora y fauna silvestres en riesgo de extinción a nivel nacional, mediante la integración de listas, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción (PROFEPA, 2018).

Por lo tanto, todas aquellas especies que se cataloguen dentro de esta norma son consideradas vulnerables, y por consecuencia es importante su conservación. Actualmente el grupo taxonómico con el mayor número de especies en riesgo es el de las plantas (987 especies enlistadas) (PROFEPA, 2018).

Mediante los datos recabados en campo se pudo determinar las especies que se enlista en la Nom-059-Semarnat- 2010 son *Pinus chiapensis* (Acalocote) en el estatus de riesgo sujeta a protección especial (Pr), *Tillandsia concolor* (Tillandsia) en la categoría de riesgo como Amenazada (A) y *Cedrela odorata* (Cedro rojo) el estatus de riesgo sujeta a protección especial (Pr).



Fotografías 4. 15.Especie A. Cedrela odorata B. Tillandsia concolor catalogadas en estatus de riesgo de la Nom-059-semarnat 2010.

Mapas de distribución de las especies el cual se elaboró con datos de Conabio.

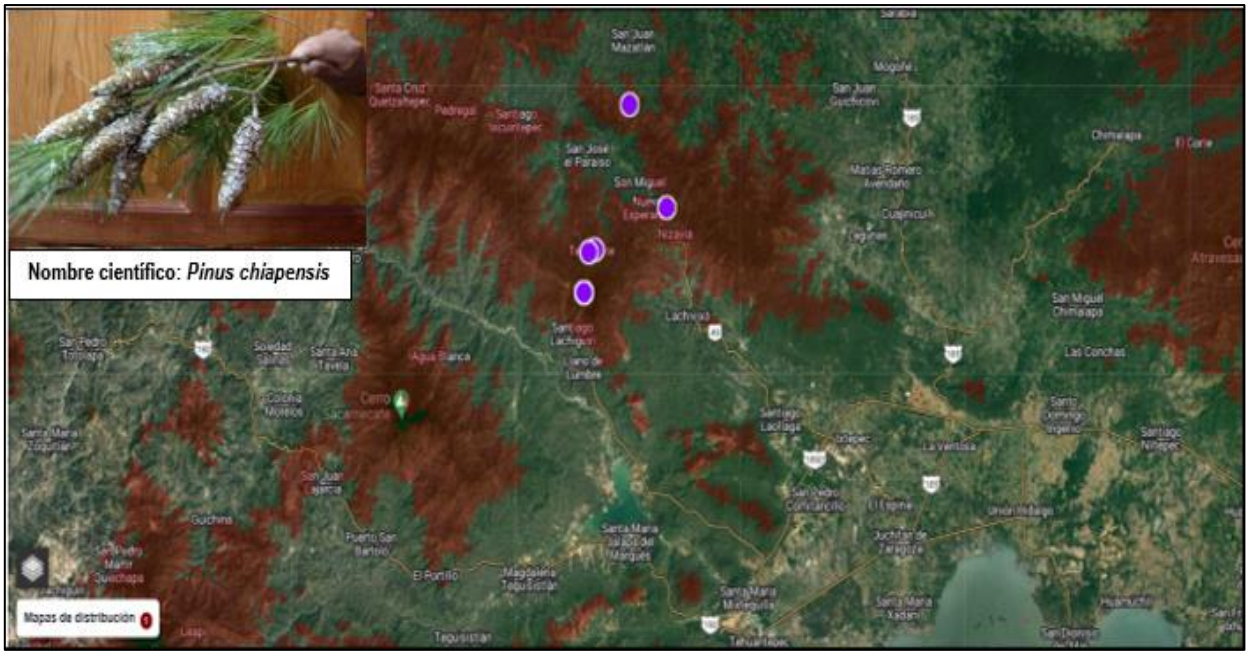


Figura 4. 21 .Mapa de distribución de la especie Pinus chiapensis cataloga en la Nom-059- Semarnat 2010.



Figura 4. 22.Mapa de distribución de la especie Tillandsia concolor cataloga en la Nom-059- Semarnat 2010.



Figura 4. 23.Mapa de distribución de la especie Cedrela odorata cataloga en la Nom-059- Semarnat 2010.

Sector intervenido (SI)

El sector intervenido se refiere al área de afectación, es decir la superficie que se requiere para los trabajos de construcción, para la construcción del puente se requiere una superficie 1,589.3 m^2.

Metodología

El trabajo se realizó a través de visitas de campo recorriendo el sitio de intervención, verificando la vegetación y especies presentes en el sitio, los árboles a remover fueron marcados y se tomó el diámetro a la altura del pecho (DAP).



Fotografías 4. 16. Marcación del área del proyecto



Fotografías 4. 17.Toma de dap y marcación de los árboles a remover

Uso de suelo y vegetación del Proyecto

De acuerdo con los datos obtenidos de campo el sitio del proyecto se encuentra perturbado debido a las actividades antropogénicas, con cultivos de café y asentamientos humanos, por lo que propiamente el área del sitio de cruce se considera desprovista de una cobertura vegetal continua. Para la construcción del proyecto se requiere afectar una superficie de 1589.3 m^2.

Camino existente

El actual camino es de terracería con un ancho promedio de 5 metros, La superficie ocupada en total es 629 m^2 del cual será aprovechado para efectos del proyecto.



Fotografías 4. 18.Camino existente

Cauce del Arroyo Nisavía

De acuerdo con la visita a campo se observó la fluidez del agua ya que es una corriente perenne, El agua algunos campesinos la usan para el riego en sus cultivos de cafetales. La superficie del cauce del Arroyo Nisavia es de 109 m^2.



Fotografías 4. 19.Cauce del Arroyo Nisavía

Vegetación riparia

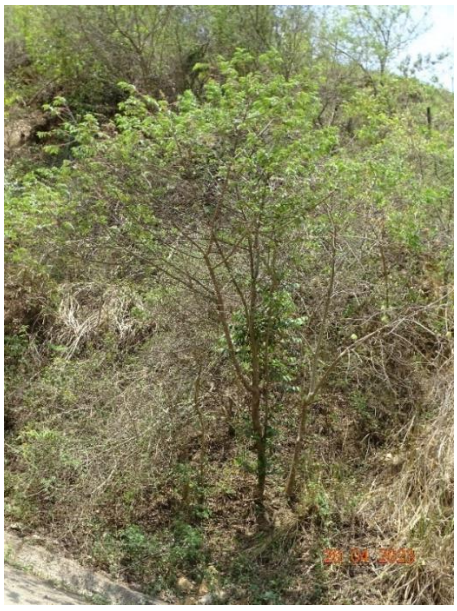
En el cauce del Arroyo Nisavia y sus márgenes se encontró escaso arbolado debido a que es una zona de cruce del camino Guevea de Humboldt- Ixcuintepec, además de la cercanía de este con los asentamientos humanos y por lo que solo se observaron de manera dispersa árboles de las especies *Syzygium jambos* (Manzana rosa), *Trichilia havanensis* (Ciruellillo) y *Annona squamosa*, la superficie de la vegetación riparia ocupa una superficie de 236 m^2.



Fotografías 4. 20.Vegetación riparia

Vegetación ruderal y arvense

Las arvenses que no son pioneras son plantas sinantrópicas es decir que están adaptadas a vivir en ambientes modificados por el ser humano, ya sea por la coevolución antes descrita o porque el paso de los seres humanos ha destruido su hábitat original y ha logrado adaptarse a paisajes creados por las personas (Bourgeois et al., 2019; Clements et al., 1994). La vegetación ruderal arvense ocupa en el sitio del proyecto el 213.1 m^2.



Fotografías 4. 21.Vegetación ruderal y arvense.

Cercos vivos

Los cercos vivos son hileras de árboles que pueden delimitar o servir de protección para otros componentes u otros sistemas. los cercos vivos pueden complementarse con cultivos anuales o perennes o con sistemas pecuarios. Los cercos vivos ocupan en el sitio del proyecto el 172.1 m^2.



Fotografías 4. 22.Cercos vivos

Cultivos de café

En cultivo de café bajo sombra se utilizan diversas especies de árboles lo que permite la conservación de servicios ecosistémicos como: mayor diversidad de alimentos para la familia, disminución de la erosión del suelo y la conservación biológica (Jha *et al.* 2014, Machado et al. 2020).



Fotografías 4. 23. Cultivos de café

Asentamientos humanos.

Se define como el porcentaje de población total de un país, territorio o área geográfica que vive en zonas definidas como urbanas, en un punto de tiempo específico, usualmente a mitad de año. El término urbano se refiere esencialmente a ciudades, pueblos y otras áreas densamente pobladas, en este caso la localidad más cercana al área del proyecto. Los asentamientos humanos ocupan en el sitio del proyecto el 230.1 m^2.



Fotografías 4. 24. Localidad de Guevea de Humboldt.

Para la construcción del Proyecto no se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ya que la mayor parte de este se desarrolla sobre el camino existente, el cual tiene una superficie de 629 m^2 y sobre usos de suelo de vegetación ruderal arvense con una superficie de 213.1 m^2, cercos vivos con una superficie de 172.1m^2, asentamientos humanos con una superficie de 230.1 m^2 y solo se afectara 236 m^2 de vegetación riparia siendo esta superficie menor de acuerdo a lo establecido en el artículo 5° inciso O) de Cambios de Uso de Suelo de Áreas Forestales , así como de selvas y zonas áridas del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

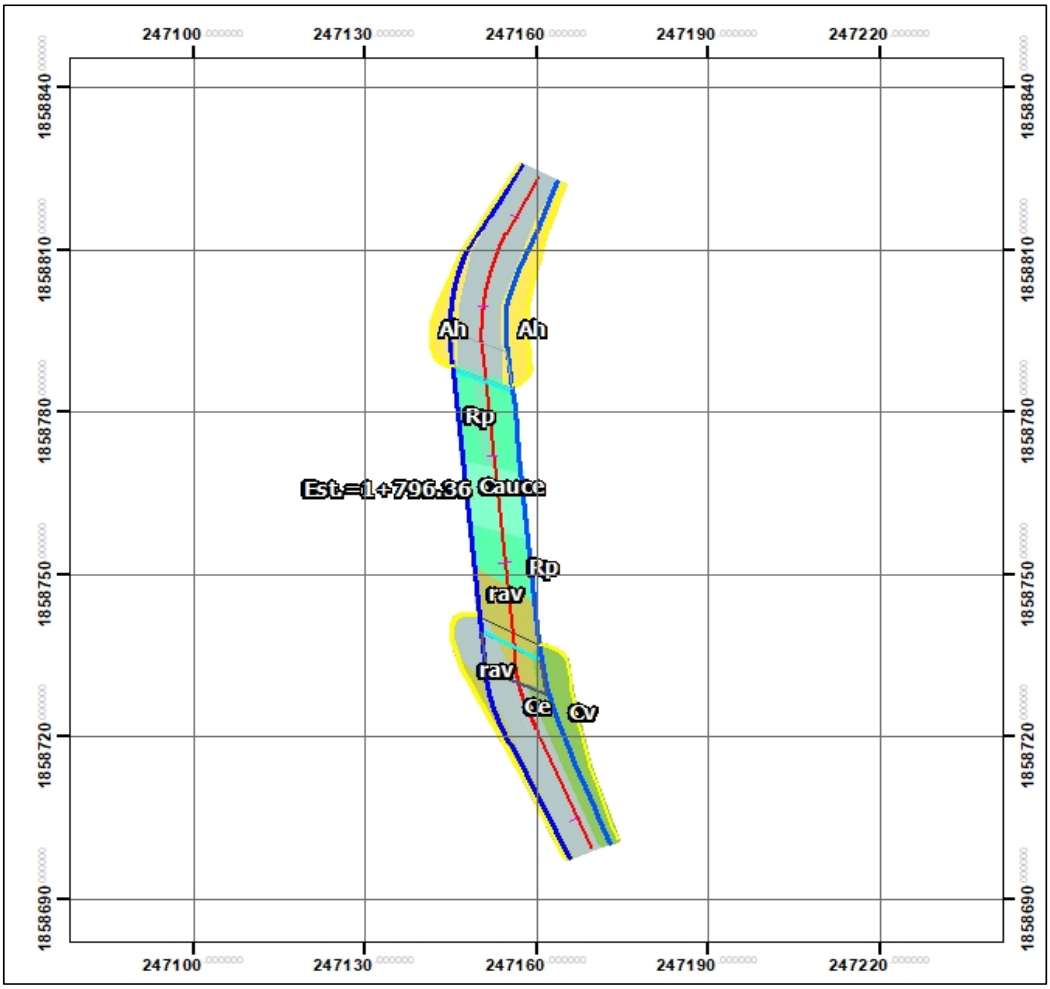
En la siguiente tabla se agrega el uso de suelo y vegetación del proyecto.

Tabla 4. 27.Uso de suelo y vegetación del proyecto

Lado	Cadenamiento	Uso de suelo y vegetación	Superficie m^2
Izquierdo	Km 1+731 .9 - Km 1+771.0	Asentamientos humanos	105.2
Derecho	Km 1+731 .9 - Km 1+771.5	Asentamientos humanos	124.9
Central	Km 1+731 .9 - Km 1+788.61	Camino existente	340.4
Ambos	Km 1+771.0 - Km 1+788.61	Vegetación riparia	55.0
Derecho	Km 1+771.0 - Km 1+788.7	Vegetación riparia	74.8
Ambos	Km 1+788.61 - Km 1+800.02	Cauce del río Nisavía	109.0
Ambos	Km 1+800.02 - Km 1+810.14	Vegetación riparia	106.2
Ambos	Km 1+810.14 - Km 1+826.5	Vegetación ruderal y arvense	126.2

Derecha y centro	Km 1+819.0 - Km 1+860.73	Camino existente	288.6
Derecha	Km 1+828.0 - Km 1+860.73	Vegetación ruderal y arvense	86.9
Izquierdo	Km 1+818.0 - Km 1+860.73	Cercos vivos	172.1
		Total	**1589.3**

En la siguiente figura se presenta la vegetación y usos de suelo del Puente y accesos



Uso de suelo y vegetación de la afectación.

Proyecto:

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

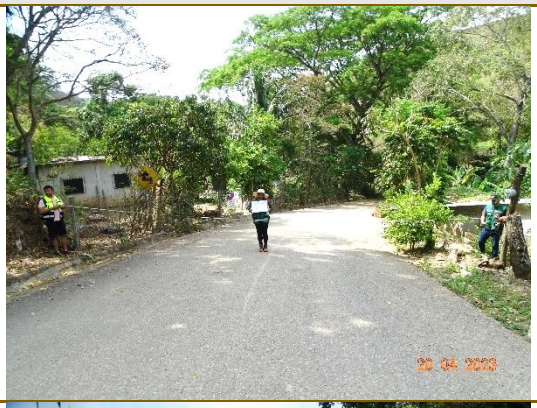
Simbología

- Terraplenes
- Eje
- Caballete
- Calzada
- Losa de acces
- Ah: Asentamientos humanos
- rav: Ruderal y árvense
- Ce: Camino existente
- Cauce arroyo Nisavía
- Rp: Vegetación riparia.
- Cv: Cercos vivos

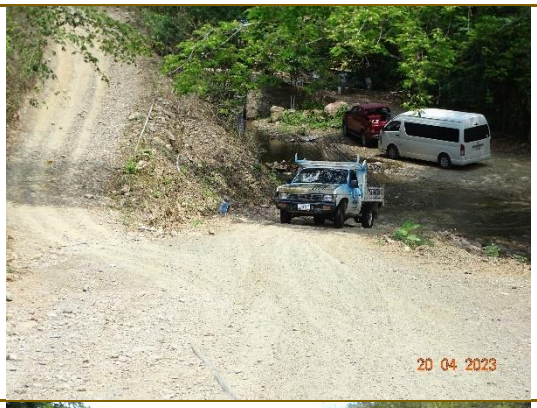
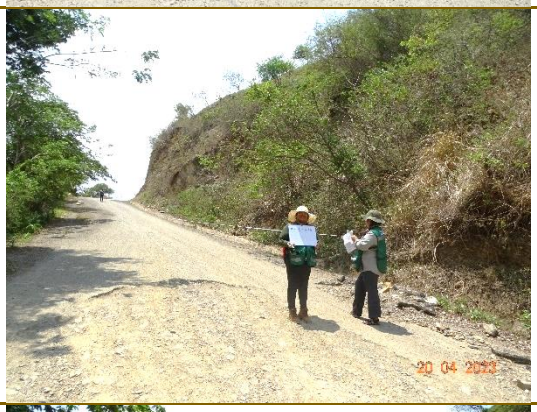
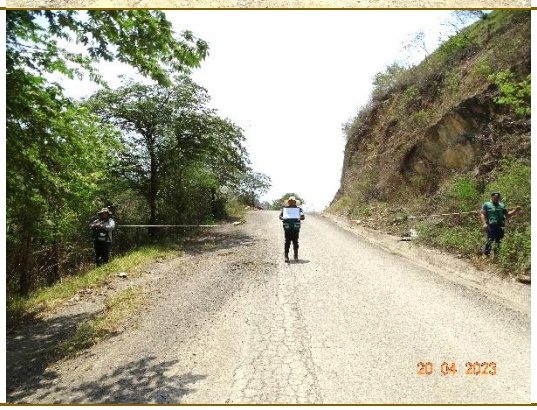
Figura 4. 24. Usos de suelo y vegetación del Proyecto

En la siguiente tabla se presenta los usos de suelo, vegetación y las fotografías de la descripción del puente y accesos.

Tabla 4. 28 .Descripción de proyecto actual

Cadenamiento	Vegetación y Uso de suelo.	Lado	Fotografías
Km 1+731 .9 - Km 1+771.5	Asentamientos humanos	Derecho	
Km 1+731 .9 - Km 1+771.0	Asentamientos humanos	Izquierdo	
Km 1+731 .9 - Km 1+788.61	Camino existente	Central	

Km 1+771.0 - Km 1+788.61 Km 1+771.0 - Km 1+788.7	Vegetación riparia	Ambos lados	
Km 1+788.61 -Km 1+800.02	Cause del Arroyo Nisavia	Ambos lados	
Km 1+800.02 -Km 1+810.14	Vegetación riparia	Ambos lados	
Km 1+810.14 - Km 1+826.5	Vegetación ruderal y arvense	Ambos lados	

Km 1+819.0 - Km 1+860.73	Camino existente	Derecha y central	
Km 1+822.0 - Km 1+860.73	Vegetación ruderal y arvense	Derecho	
Km 1+818.0 - Km 1+860.73	Cercos vivos	Izquierdo	

Para la construcción del puente vehicular Guevea de Humboldt, ubicado sobre el camino Guevea de Humboldt-Ixcuintepec, se removerán especies arbóreas y arbustivas que se encontraron en los márgenes del Arroyo Nisavía.

En la siguiente tabla se presenta el Dap y alturas de las especies a remover, para mayor precisión de estos también se pueden encontrar en el anexo VIII.6.1.

Tabla 4. 29.Dap y alturas de las especies a remover por la construcción del proyecto.

Especie, número de individuos, DAP y altura de los individuos a remover

No.	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Número de individuos	Perimetro	Dap o cobertura	Altura (m)	Estatus en la Nom-059-Semarnat-2010
1	*Trichilia havanensis*	Ciruelillo	Árbol	2	38	12.10	3.1	SS
					41	13.05	3.5	
2	*Syzygium jambos*	Manzana rosa	Árbol	1	34	10.82	3	SS
3	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacastle	Árbol	1	3.2	1.02	20	SS
4	*Annona squamosa*	Capulín	Árbol	1	35	11.14	5	SS
5	*Coffea arabica*	Café	Arbusto	19	25	7.96	1.2	SS
					28	8.91	1.55	
					30	9.55	1.62	
					32	10.19	2.1	
					28	8.91	1.25	
					25	7.96	1.12	
					20	6.37	1.1	
					35	11.14	1.32	
					35	11.14	1.65	
					30	9.55	1.8	
					28	8.91	1.25	
					32	10.19	1.55	
					34	10.82	1.25	
					27	8.59	1.3	
					25	7.96	1.2	
					32	10.19	1.35	
					28	8.91	1.12	
					31	9.87	1.44	
					24	7.64	1.1	
6	*Lonchorcapus acuminatus*	Frijolillo	Árbol	1	42	13.37	5	SS
7	*Citrus limón*	Limón	Arbusto	1	20	6.37	1.2	SS
8	*Acacia farnesiana*	Huizache	Arbusto	1	22	7.00	1.25	SS
9	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	Árbol	1	49	15.60	3.2	SS
10	*Ludwigia octovalvis*	Calavera	Hierba	1	20	6.37	0.82	SS
11	*Sonchus oleraceus*	Achicoria	Hierba	1	22	7.00	1.02	SS
12	*Chenopodium ambrosoides*	Epazote	Hierba	1	25	7.96	1.15	SS
13	*Chromolaena odorata*	Albahaquilla	Hierba	1	25	7.96	1.12	SS
14	*Wigandia urens*	Chichicastle	Arbusto	2	28	8.91	1.25	SS
					30	9.55	1.3	
15	*Muntingia calabura*	Capulin	Árbol	1	36	11.46	3.2	SS

16	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	1	28	8.91	2.6	SS
17	*Trema micrantha*	Capulin cimarrón	Árbol	1	34	10.82	2.4	SS
18	*Pluchea carolinensis*	Canela	Arbusto	1	28	8.91	1.55	SS
19	*Triumfetta semitriloba*	Mozote	Hierba	1	25	7.96	1.02	SS
20	*Acacia cochliacantha*	Cubata	Arbusto	1	35	11.14	2.1	SS
21	*Boehmeria caudata*	Yerba del Jaguar	Arbusto	1	26	8.28	1.42	SS
22	*Argemone mexicana*	Amapolilla	Hierba	1	25	7.96	0.89	SS
	Total			**42**				

De las especies encontradas y afectadas por el proyecto no se reportaron en algún estatus de riesgo de la Nom- 059 –Semarnat-2010 (DOF 14-11-2019).

Tabla 4. 30.Listado de las especies a remover por la construcción del proyecto

No.	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Número de individuos	Estatus en la Nom-059-Semarnat-2010.
1	*Trichilia havanensis*	Ciruelillo	Árbol	2	SS
2	*Syzygium jambos*	Manzana rosa	Árbol	1	SS
3	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacastle	Árbol	1	SS
4	*Annona squamosa*	Capulín	Árbol	1	SS
5	*Coffea arabica*	Café	Arbusto	19	SS
6	*Lonchorcapus acuminatus*	Frijolillo	Árbol	1	SS
7	*Citrus limón*	Limón	Arbusto	1	SS
8	*Acacia farnesiana*	Huizache	Arbusto	1	SS
9	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	Árbol	1	SS
10	*Ludwigia octovalvis*	Calavera	Hierba	1	SS
11	*Sonchus oleraceus*	Achicoria	Hierba	1	SS
12	*Chenopodium ambrosoides*	Epazote	Hierba	1	SS
13	*Chromolaena odorata*	Albahaquilla	Hierba	1	SS
14	*Wigandia urens*	Chichicastle	Arbusto	2	SS
15	*Muntingia calabura*	Capulín	Árbol	1	SS
16	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	1	SS
17	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	Árbol	1	SS
18	*Pluchea carolinensis*	Canela	Arbusto	1	SS
19	*Triumfetta semitriloba*	Mozote	Hierba	1	SS
20	*Acacia cochliacantha*	Cubata	Arbusto	1	SS
21	*Boehmeria caudata*	Yerba del Jaguar	Arbusto	1	SS

22	*Argemone mexicana*	Amapolilla	Hierba	1	SS
Total				**42**	

Nom-059-Semarnat-2010 E) Probablemente extinta de medio silvestre (P) en peligro de extinción (A) Amenazadas, (Pr) Sujeta a Protección especial, (SS) Sin estatus.

En la siguiente figura se presenta los individuos a remover por forma biológica.

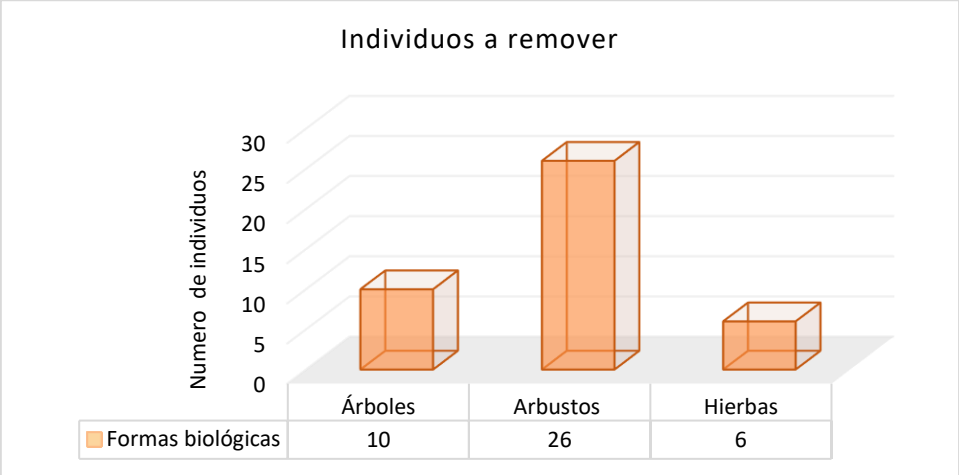


Figura 4. 25 Individuos a remover por forma biológica

Fotografías de las especies encontradas en el sitio del Proyecto.

Especies arbóreas encontradas en el sitio del proyecto



Trichilia havanensis



Lonchorcapus acuminatus



Enterolobium cyclocarpum



Syzygium jambos



Annana squamosa



Guazuma ulmifolia

Fotografías 4. 25.Especies arbóreas encontradas en el sitio del Proyecto.

Especies arbustivas encontradas en el sitio del Proyecto.



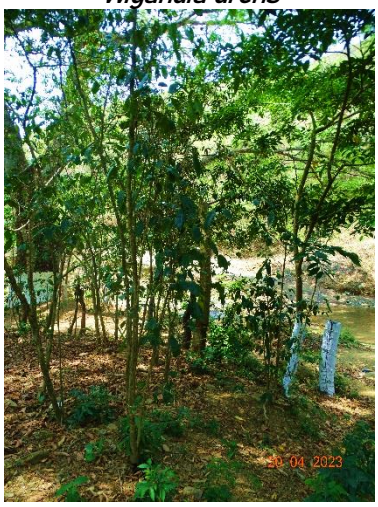
Acacia farnesiana



Wigandia urens



Citrus limón



Coffea arabica



Pluchea carolinensis



Acacia cochliacantha

Fotografías 4. 26. Especies arbustivas encontradas en el sitio del Proyecto.

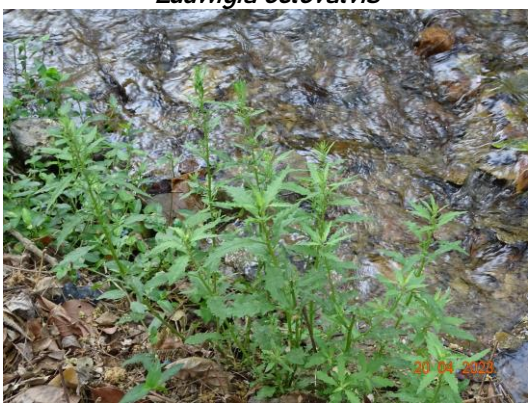
Especies herbáceas encontradas en el sitio del proyecto



Ludwigia octovalvis



Acacia farnesiana



Chenopodium ambrosoides



Sonchus oleraceus



Triumfetta semitriloba



Argemone mexicana

Fotografías 4. 27.Especies herbáceas encontradas en el sitio del Proyecto.

4.3.1.6. Fauna

Dentro de la gran riqueza biológica existen especies cuyas poblaciones se han visto deterioradas por la mano del hombre. Esto ha llevado a generar programas o estrategias orientadas a conservar y manejar las poblaciones de especies silvestres. Tal es el caso de la determinación de especies prioritarias para las que se establecen programas de manejo específicamente orientados al rescate, investigación y protección de especies importantes por ser raras, endémicas, estar amenazadas o en peligro de extinción. (Las fuentes de información son la Dirección General de Vida Silvestre y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ´´CONANP´´).

La fauna silvestre es un recurso natural renovable que tiene diversos valores y es de utilidad para la humanidad. Este recurso con cuidados y manejos adecuados se reproduce por sí mismo. Este grupo comprende aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios e insectos que habitan libremente sus áreas naturales de distribución y que están fuera de control del hombre. Además de ser fundamental para los hombres, es un componente muy importante de la biodiversidad biológica del mundo.

México es uno de los países más megadiversos del mundo. A pesar de que el territorio mexicano representa tan solo el 1% de la superficie terrestre, tiene el privilegio de albergar más del 10% de la diversidad biológica del mundo (CONABIO, 2014). Debido a su ubicación geográfica y a su diverso relieve, en México podemos encontrar una gran diversidad de ecosistemas. Un 30 al 35% del territorio nacional está cubierto por bosques y selvas u otros tipos de vegetación de amplia cobertura y de acuerdo con un estudio de la FAO, México se ubica en el lugar número 12 en cuanto a superficie forestal mundial. Además. Los estados que cuentan con una mayor diversidad biológica se encuentran en el sur, siendo Oaxaca el más rico, seguido por Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán (INECC, 2007).

Se tienen datos de que México alberga aproximadamente 64,878 de especies de las cuales:

- 361 Anfibios
- 864 Reptiles
- 535 Mamíferos
- 1,096 Aves
- 2,692 Peces

El Estado de Oaxaca ocupa el puesto 3 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna

silvestre. El inventario de fauna silvestre de la entidad a abril de 2015 era de 5.039 especies: 3.566 especies de invertebrados y 1.473 especies de vertebrados (211 especies de mamíferos, 752 de aves, 139 de anfibios, 257 reptiles y 114 de peces).

En esta entidad está representada casi el 68% de la avifauna que habita en México; el 62% de las especies de mamíferos voladores, el 32% de los mamíferos terrestres y el 36% de los anfibios presentes en el territorio nacional.

De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 89 mamíferos, 96 anfibios, 128 reptiles y 201 aves.

Metodología

Se llevaron a cabo recorridos diurnos en el Área del proyecto e influencia, con una observación directa e indirecta mediante rastreo de excremento, huellas, canto y madrigueras. Para el muestreo de fauna se establecieron puntos fijos de observación, 4 en el trazo del proyecto y otros 4 en el SA incluyendo los tipos de vegetación más representativa de la zona, también se realizó una caminata en todo el eje del proyecto y se anotaron y fotografiaron todas las observaciones de fauna. Se realizó un recorrido río arriba y río abajo en la rivera del Río Nizavia tomando como eje central el Área del proyecto. Se colocaron trampas Tomahawk con cebo de sardina, mismas que fueron revisadas cada 6 horas para evitar el estrés de los individuos que pudieran caer en ellas. Por último, se realizó la colocación de foto trampas en el área cercana al proyecto y en el SA, cerca de las veredas de fauna marcadas en el terreno. La identificación de individuos se realizará con guías y claves taxonómicas de zoología de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Para identificar el estatus de protección y riesgo de las especies registradas se tomó como base la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOF 14-11-2019).

Tabla 4. 31.Ubicación de los sitios de muestreo de fauna

Cuadro 1. Sitios de muestreo de fauna en el área de estudio				
Sitio	**Ubicación**	**Coordenadas UTM de los puntos medios de los sitios de muestreo**		**Descripción de la unidad ambiental**
		Latitud	**Longitud**	
1	Área del proyecto e influencia	247110.04	1858805.75	Vegetación riparia
2	Área del proyecto e influencia	247157.22	1858801.67	Vegetación riparia
3	Área del proyecto e influencia	247149.22	1858743.57	Vegetación riparia
4	Área del proyecto e influencia	247133.91	1858617.26	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino
5	SA	248054.45	1857999.34	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino

6	SA	246905.13	1859018.77	Vegetación secundaria arbórea de Bosque de pino encino
7	SA	247257.47	1858364.85	Vegetación riparia
8	SA	247552.04	1858123.14	Asentamientos humanos

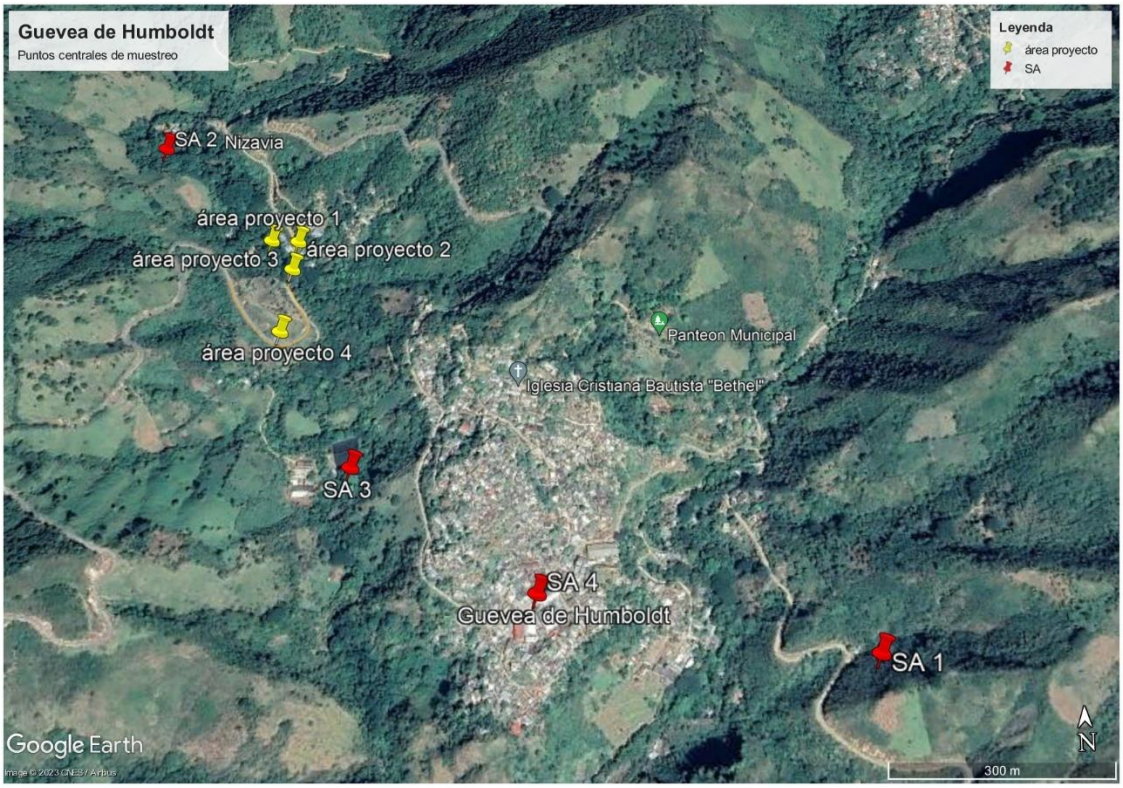


Figura 4. 26.Ubicación de los sitios de muestreo de fauna



Fotografías 4. 28 .Unidades de vegetación en donde se realizaron los muestreos

Muestreo de fauna

El muestreo se realizó para cada grupo faunístico, la metodología empleada para cada grupo se describe a continuación:

Aves: Las observaciones se realizaron de 7:00 am-10:00 am y de 16:30 pm-18:00 pm registrando las observaciones de los avistamientos. Se establecieron puntos fijos de observación, permaneciendo 25 minutos en cada estación. Las aves se observaron con binoculares y cámara fotográfica, fueron identificadas usando las guías de campo para la identificación de aves (Peterson, R. T y E. L. Chalif, 1989), (Howell, S. N. G. Y S. Webb., 1995). También se revisaron los trabajos avifaunísticos efectuados cerca del área del proyecto, de igual forma se examinaron las especies mencionadas en las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA´s, Áreas de importancia para la conservación de las aves - CONABIO, 2009) y el listado de aves de EncicloVida de CONABIO.




Fotografías 4. 29.Avistamiento de aves en los sitios de observación

Mamíferos: se realizó una búsqueda intensiva en el eje del proyecto del área de influencia y muestreos en el SA que incluyó recorridos sobre brechas, caminos y aquellos espacios donde potencialmente se pudieran encontrar huellas, excretas, echaderos, madrigueras y organismos. Se colocaron trampas Tomahawk para mamíferos medianos, mismas que se revisaron en intervalos de 4 horas para evitar el estrés de los organismos que pudieran entrar a las trampas, también se colocaron cámaras trampas cerca de senderos y cuerpos de agua. Se realizó una consulta bibliográfica y de literatura científica del área de estudio de la región, además de los datos reportados en Enciclovida por CONABIO. Los organismos y rastros se identificaron con el apoyo de la guía de campo de Aranda (2000).




Fotografías 4. 30 .Colocacion de trampas Tomahawk



Fotografías 4. 31.Colocacion de camaras trampas

Peces, Anfibios y Reptiles: se realizó una búsqueda intensiva de estos organismos en puntos del área del proyecto e influencia y en el SA, los reptiles se buscaron sobre rocas, debajo de troncos, hojarasca y copas de los árboles, durante recorridos y sitios de avistamiento, para el caso de anfibios en las áreas húmedas como cauces de arroyos, ríos y humedales. La determinación de los individuos se realizó con ayuda de guías y claves de identificación (Casas-Andreu, G. y C.J. McCoy, 1987), (García, A. y G. Ceballos, 1994), (Flores-Villela, O., F. Mendoza y G. González, 1995) además de realizar una revisión bibliográfica de las especies reportadas en Enciclovida por CONABIO para el sitio.








Fotografías 4. 32.Búsqueda de reptiles con gancho herpetológico, búsqueda de anfibios y peces en cuerpos de agua.

En la siguiente tabla se presentan los resultados:

LISTADO FAUNÍSTICO SA

Tabla 4. 32. Listado faunístico del Sistema Ambiental (SA).

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	E	SS	OD
2	Anura	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	E	SS	OD
3	Anura	Hylidae	*Sarcohyla cyclada*	Ranita de borde bronceado	E	SS	RB
CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Colubridae	Symphimus leucostomus	Culebra labios blancos de Tehuantepec	E	PR	RB
2	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija escamosa panza rosada	NE	SS	OD
3	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	NE	SS	OD
4	Squamata	Teiidae	Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	E	SS	OD
5	Squamata	Colubridae	Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	NE	SS	OD
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Apodiformes	Trochilidae	*Pampa curvipennis*	Fandanguero cola cuña	NE	SS	RB
2	Apodiformes	Trochilidae	*Saucerottia cyanocephala*	Colibrí corona azul	NE	SS	RB

3	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	NE	SS	OD
4	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	NE	SS	OD
5	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	NE	SS	OD
6	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	NE	SS	OD
7	Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	NE	PR	OD
8	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	NE	SS	OD
9	Passeriformes	Cardinalidae	*Caryothraustes poliogaster*	Picogordo cara negra	NE	SS	OD
10	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	NE	SS	OD
11	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	Tangara encinera	NE	SS	OD
12	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	NE	SS	OD
13	Passeriformes	Corvide	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	NE	SS	OD
14	Passeriformes	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Casique mexicano	NE	SS	OD
15	Passeriformes	Icteridae	*Icterus bullockii*	Bolsero calandria	NE	SS	OD
16	Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Bolsero cabeza negra	NE	SS	OD
17	Passeriformes	Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria caperuza negra	NE	SS	OD
18	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	NE	SS	OD
19	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	NE	SS	OD
20	Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus lachrymosus*	Chipe de roca	NE	SS	OD
21	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	NE	SS	OD
22	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	NE	SS	OD
23	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	NE	SS	OD
24	Passeriformes	Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	Mielerito patirrojo	NE	SS	OD
25	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	NE	SS	OD
26	Passeriformes	Troglodytidae	*Thryophilus pleurostictus*	Chivirín barrado	NE	SS	OD
27	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo café	NE	SS	OD
28	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	NE	SS	OD
29	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	NE	SS	OD
30	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas atigrado	NE	SS	OD
31	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	NE	SS	OD

32	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	NE	SS	OD
33	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo	NE	SS	OD
34	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	NE	SS	OD
35	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	NE	SS	OD
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical	NE	SS	OD
2	Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	NE	SS	E
3	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	M
4	Carnivora	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja	NE	SS	E
5	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	NE	P	E
6	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	NE	SS	H
7	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	NE	SS	H
8	Chiroptera	Phyllostomidae	*Centurio senex*	Murciélago cara arrugada	NE	SS	RB
9	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frutero pigmeo, Murciélago furgívoro pigmeo	NE	SS	RB
CLASE PECES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poeciliopsis fasciata*	Charal	NE	SS	OD

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) (Pr=sujeta a protección especial, A=amenazada, P=en peligro de extinción, Sc=Sin categoría) Endemismo (En=endémica, NE=no endémica, Ex=exótica, Ce=cuasiendémica, Me=microendemica) Registro (RB=Registro bibliográfico, OD=Observación directa, E= Entrevista, Ex= Excretas, M= Madrigueras, Es= Escuchadas Audio Merlin the cornell lab, H= Huella).

LISTADO FAUNISTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Tabla 4. 33.Tabla Listado faunístico del Área del proyecto y Área de influencia

CLASE AMPHYBIA

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Nom-059-Semarnat-2010	Registro
1	Anura	Bufonidae	Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	E	SS	OD
CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija escamosa panza rosada	NE	SS	OD
2	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	NE	SS	OD
3	Squamata	Teiidae	Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	E	SS	OD
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	NE	SS	OD
2	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	NE	SS	OD
3	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	NE	SS	OD
4	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	NE	SS	OD
5	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	NE	SS	OD
6	Passeriformes	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Casique mexicano	NE	SS	OD
7	Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Bolsero cabeza negra	NE	SS	OD
8	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	NE	SS	OD
9	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	NE	SS	OD
10	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	NE	SS	OD
11	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo	NE	SS	OD
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical	NE	SS	OD
2	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	M
3	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	NE	SS	H

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) (Pr=sujeta a protección especial, A=amenazada, P=en peligro de extinción, Sc=Sin categoría) Endemismo

(En=endémica, NE=no endémica, Ex=exótica, Ce=cuasiendémica, Me=microendémica) Registro (RB=Registro bibliográfico, OD=Observación directa, E= Entrevista, Ex= Excretas, M= Madrigueras, Es= Escuchadas Audio Merlin the cornell lab, H= Huella).

LISTADO FAUNISTICO DEL PROYECTO

Tabla 4. 34.Tabla Listado faunístico del Proyecto

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Anura	Bufonidae	Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	E	SS	OD
CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	NE	SS	OD
2	Squamata	Teiidae	Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	E	SS	OD
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	NE	SS	OD
2	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	NE	SS	OD
3	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	NE	SS	OD
4	Passeriformes	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Casique mexicano	NE	SS	OD
5	Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Bolsero cabeza negra	NE	SS	OD
6	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	NE	SS	OD
7	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	NE	SS	OD
8	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo	NE	SS	OD
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	M
2	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	NE	SS	H

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) (Pr=sujeta a protección especial, A=amenazada, P=en peligro de extinción, Sc=Sin categoría) Endemismo (En=endémica, NE=no endémica, Ex=exótica, Ce=cuasiendémica, Me=microendémica) Registro (RB=Registro bibliográfico, OD=Observación directa, E= Entrevista, Ex= Excretas, M= Madrigueras, Es= Escuchadas Audio Merlin the cornell lab, H= Huella).

Para identificar el estatus de protección y riesgo de las especies registradas se tomó como base la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOF 14-11-2019). Para ejemplares de difícil identificación en todos los grupos se optó por fotografiar a los individuos para poder realzar la identificación posteriormente.

Para la complementación de la información obtenida de las labores de muestreo, se realizaron entrevistas a los pobladores de la localidad próxima al área del proyecto, además de que se consultaron estudios científicos de la zona, con la finalidad de identificar la riqueza de especies presentes en el área.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se enlistaron para el SA un total de 53 especies que se distribuyen de la siguiente manera: los mamíferos están representados por 17%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 66%, el grupo de los anfibios cuenta con 6%, los reptiles con un 9%.

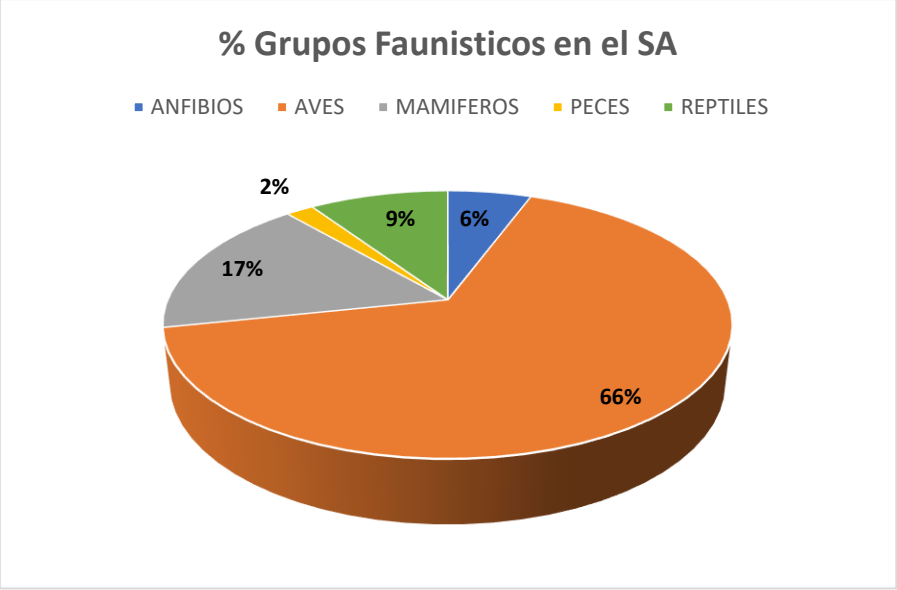


Figura 4. 271 .Porcentaje de los grupos de fauna que se reportan en el SA.

Para el Área de influencia se enlistaron un total de 18 especies, los mamíferos y reptiles están representados por un 17%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 61%, el grupo de los anfibios con un 5%.

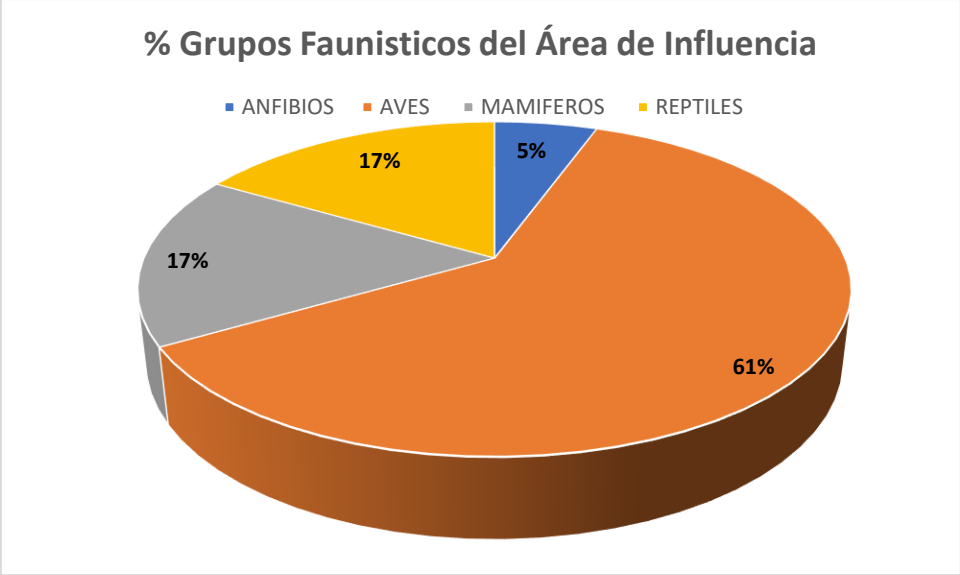


Figura 4. 28.Porcentaje de los grupos de vertebrados que se reportan en el Área del proyecto y Área de influencia.

Para el Área del proyecto se enlistaron un total de 13 especies, los mamíferos y reptiles están representados por un 15%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 62%, el grupo de anfibios cuentan con 8%.

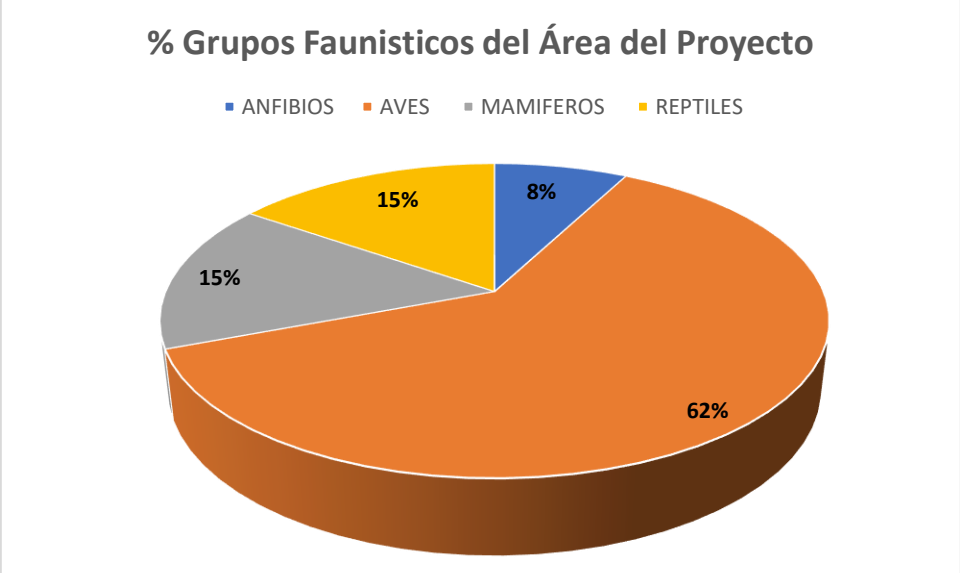


Figura 4. 29.Porcentaje de los grupos de vertebrados que se reportan en el Proyecto.

Especies de fauna



Cassiculus melanicterus



Buteogallus urubitinga



Calocitta formosa



Pitangus sulphuratus



Quiscalus mexicanus



Glaucidium brasilianum



Cathartes aura



Coragyps atratus



Holcosus undulatus



Masticophis mentovarius



Sciurus deppei



Cuniculus paca



Poeciliopsis fasciata



Pseudothelphusa sulcifrons

Fotografías 4. 33.Captura fotográfica de fauna.

Riqueza de especies e índices de biodiversidad

Por Diversidad de Especies se entiende a la variedad de especies existentes en una superficie o región. Para poder estimar la Diversidad en el área del proyecto se utilizó el concepto de **Diversidad α**, que se refiere a la riqueza de especies en una comunidad determinada. Para determinarla, se realizó el cálculo de dos índices basados en la abundancia relativa de las especies; éstos, a diferencia de los índices de riqueza específica, proporcionan una descripción global de la información, además de que algunos tienen ecuaciones asociadas que permiten calcular la diversidad máxima y mínima, la equitatividad y la dominancia de las especies.

Índice de Shannon-Wienner

Es un índice de diversidad de la teoría matemática de la comunicación o teoría de la información, los cuales se basan en el paralelismo de que la diversidad de una comunidad se puede medir de manera similar a la información contenida en un código o mensaje. Este índice supone que los individuos son muestreados al azar de una comunidad inmensamente grande o "infinita" y que todas las especies están representadas en la muestra.

Se calcula usando la fórmula siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi * \log\ pi$$

Donde:

S: Número de especies.

pi: Proporción de individuos de la especie i con respecto al total de individuos.

El índice de Shannon normalmente toma valores entre 1 y 4.5, a mayor valor del índice indica una mayor diversidad del ecosistema.

Asociado al Índice de Shannon suele calcularse la equidad o equitatividad de Pielou (J'), o grado de uniformidad en la repartición de los individuos con relación a las especies, la cual se estima mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{máx}}$$

Donde:

$H'_{máx}$: Ln(S)

En esta medida de diversidad, si todas las especies de una muestra presentan la misma abundancia, J será máxima, y tenderá a cero cuando las abundancias relativas sean menos equitativas. El resultado de la aplicación de la fórmula de equidad nos arroja un valor en relación de 0 a 1.

Índice de Simpson

El índice de Simpson es un índice de dominancia "lambda" (λ), ya que está influenciado por las abundancias de las especies más comunes. Expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una comunidad sean de la misma especie. Si la dominancia es grande esa probabilidad será baja, y máxima si las abundancias relativas de las especies son iguales. El mayor valor de λ es 1, de ahí que, al complemento a 1 (Ds) o al recíproco de λ (ds) se les considere como índices de diversidad.

Este índice se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$D = \sum pi^2$$

Donde:

pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (n/N).

La categorización de la abundancia de cada especie se realizó siguiendo la propuesta de Pettingill (1969), la cual se basa en los siguientes porcentajes de frecuencia: 90-100 % (A; abundante), 65-89 % (C; común), 31- 64 % (MC; moderadamente común), 10-30 % (NC; no común) y 1-9 % (R; rara).

Las especies y sus variables de abundancia, biodiversidad y dominancia ecológica correspondientes a la fauna en el área del proyecto, se muestra en las siguientes tablas por clase a la que pertenecen.

Análisis Ecológico del Sistema Ambiental (SA)

Tabla 4. 35.Tabla Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Anfibios dentro del SA

CLASE AMPHYBIA							
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	$pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	Abundancia relativa
1	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	2	0.500	0.347	0.250	50.000
2	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	1	0.250	0.347	0.063	25.000
3	*Sarcohyla cyclada*	Ranita de borde bronceado	1	0.250	0.347	0.063	25.000
TOTAL			4	1	1.040	0.375	100.000

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica(s)=	3
Índice de Simpson (D)=	0.375
Índice de Shannom Wiener (H)=	1.040
J=	0.946
Hmax =	1.099
Abundancia=	4

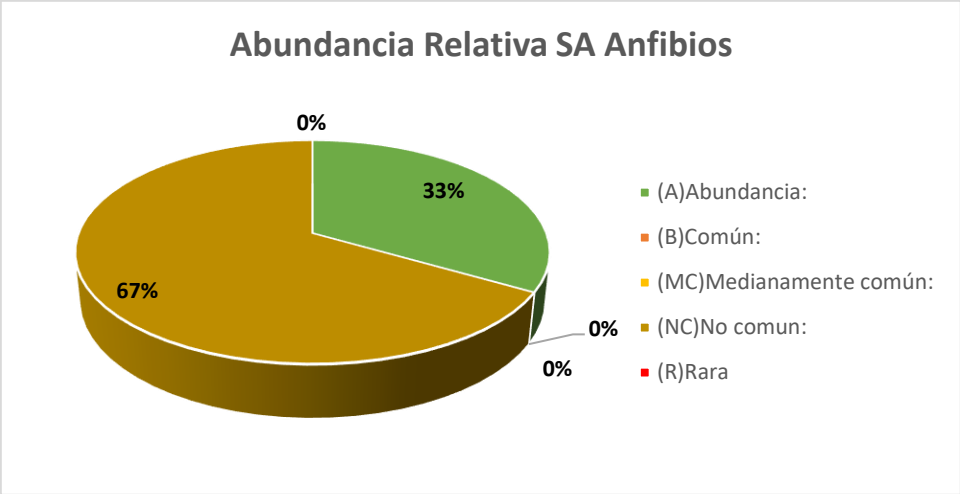


Figura 4. 30.Abundancia relativa de Anfibios, utilizando la propuesta de Pettingill SA (1969).

Para el caso de los Anfibios, se tiene una riqueza de 3 especies, con una abundancia de 4 individuos registrados. En el caso de la abundancia relativa el 33% pertenece a la especie Abundancia y el 67% a No Comun. Debido a la poca cantidad de registros, el valor del Índice de diversidad de Shannon, es H'= **1.040**, por lo que la diversidad puede considerarse de media. La equitatividad estimada es de J= **0.946**; se puede interpretar la equitatividad de especies como alta; para el caso del índice de dominancia de Simpson D´= **0.375**, la diversidad se considera alta, es decir, a medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, en este caso, el índice es bajo por lo que la diversidad es alta.

Tabla 4. 362 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Reptiles dentro del SA.

CLASE REPTILIA							
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi \ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	Abundancia relativa
1	*Symphimus leucostomus*	Culebra labios blancos de Tehuantepec	1	0.167	0.299	0.028	16.667
2	*Sceloporus variabilis*	Lagartija escamosa panza rosada	1	0.167	0.299	0.028	16.667
3	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	1	0.167	0.299	0.028	16.667
4	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	2	0.333	0.366	0.111	33.333

5	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	1	0.167	0.299	0.028	16.667
TOTAL			**6**	**1**	**1.561**	**0.222**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	5
Índice de Simpson (D)=	0.222
Índice de Shannom Wiener (H)=	1.561
J=	0.970
Hmax =	1.609
Abundancia=	6

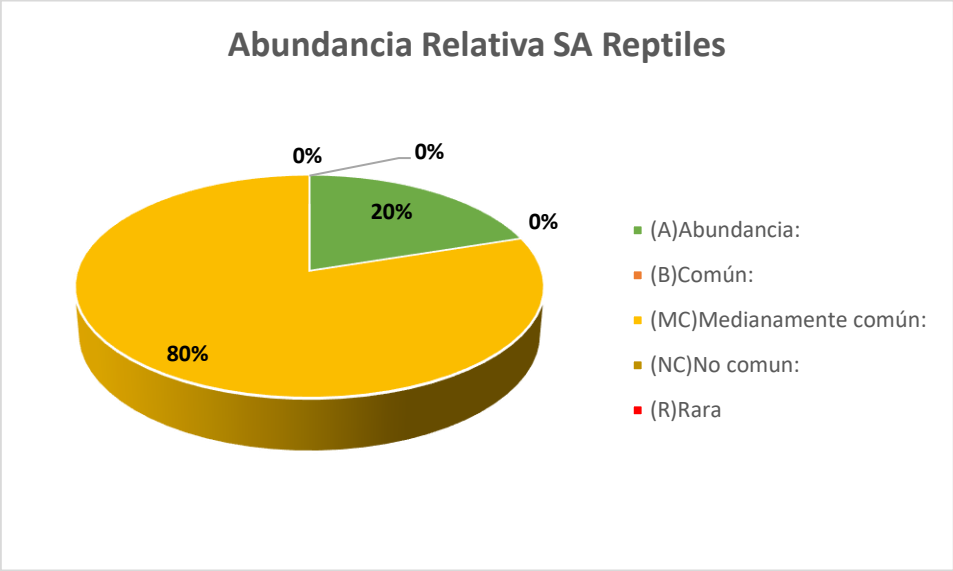


Figura 4. 31. Abundancia relativa de Reptiles, utilizando la propuesta de Pettingill SA (1969).

El grupo de Reptiles presenta una riqueza de 5 especies, con una abundancia absoluta de 6 individuos. En la abundancia relativa el mayor porcentaje de este grupo es de 80% perteneciente al rango de especies Medianamente común, seguido del 20% de Abundancia. Respecto al índice de diversidad para el grupo de reptiles se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´= **1.561**, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es baja, ya que es inferior a 2. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= **0.222**, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, mientras el índice de equitatividad es de J= **0.970** el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme.

Tabla 4. 37.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Aves dentro del SA

CLASE AVES

No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi \ (\ln Pi)$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	Abundancia relativa
1	*Pampa curvipennis*	Fandanguero cola cuña	1	0.013	0.056	0.000	1.282
2	*Saucerottia cyanocephala*	Colibrí corona azul	1	0.013	0.056	0.000	1.282
3	*Cathartes aura*	Zopilote aura	2	0.026	0.094	0.001	2.564
4	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	0.026	0.094	0.001	2.564
5	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	8	0.103	0.234	0.011	10.256
6	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	4	0.051	0.152	0.003	5.128
7	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	1	0.013	0.056	0.000	1.282
8	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	4	0.051	0.152	0.003	5.128
9	*Caryothraustes poliogaster*	Picogordo cara negra	4	0.051	0.152	0.003	5.128
10	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	4	0.051	0.152	0.003	5.128
11	*Piranga flava*	Tangara encinera	2	0.026	0.094	0.001	2.564
12	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	2	0.026	0.094	0.001	2.564
13	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	3	0.038	0.125	0.001	3.846
14	*Cassiculus melanicterus*	Casique mexicano	3	0.038	0.125	0.001	3.846
15	*Icterus bullockii*	Bolsero calandria	2	0.026	0.094	0.001	2.564
16	*Icterus graduacauda*	Bolsero cabeza negra	3	0.038	0.125	0.001	3.846
17	*Icterus prosthemelas*	Calandria caperuza negra	2	0.026	0.094	0.001	2.564
18	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	5	0.064	0.176	0.004	6.410
19	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	1	0.013	0.056	0.000	1.282
20	*Basileuterus lachrymosus*	Chipe de roca, Pavito de rocas	1	0.013	0.056	0.000	1.282
21	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	1	0.013	0.056	0.000	1.282
22	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	1	0.013	0.056	0.000	1.282
23	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	1	0.013	0.056	0.000	1.282
24	*Cyanerpes cyaneus*	Mielerito patirrojo	1	0.013	0.056	0.000	1.282
25	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	1	0.013	0.056	0.000	1.282
26	*Thryophilus pleurostictus*	Chivirín barrado	2	0.026	0.094	0.001	2.564
27	*Turdus grayi*	Mirlo café	1	0.013	0.056	0.000	1.282
28	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	3	0.038	0.125	0.001	3.846
29	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	2	0.026	0.094	0.001	2.564
30	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas atigrado	2	0.026	0.094	0.001	2.564
31	*Myiozetetes similis*	Luisito común	2	0.026	0.094	0.001	2.564
32	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	1	0.013	0.056	0.000	1.282

33	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo	3	0.038	0.125	0.001	3.846
34	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	1	0.013	0.056	0.000	1.282
35	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	1	0.013	0.056	0.000	1.282
TOTAL			**78**	**1**	**3.367**	**0.041**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	35
Índice de Simpson (D)=	0.041
Índice de Shannom Wiener (H)=	3.367
J=	0.947
Hmax =	3.555
Abundancia=	78

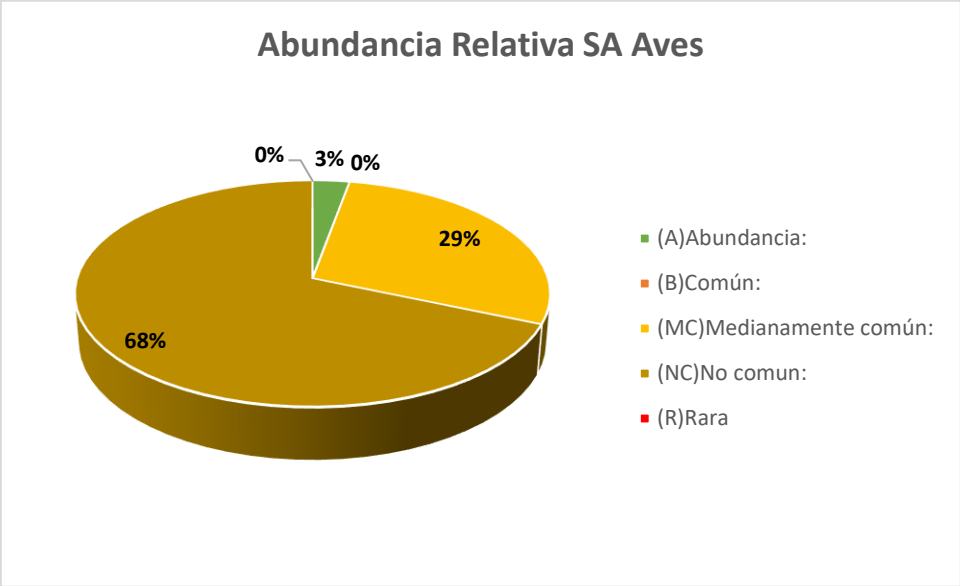


Figura 4. 32.Abundancia relativa de Aves, utilizando la propuesta de Pettingill. SA (1969).

El grupo de Aves para el SA presenta una riqueza de 35 especies, con una abundancia absoluta de 78 individuos. En la abundancia relativa el 68% de las especies pertenecen a la categoría No comun,29% a las especies Medianamente Común y 3% a Abundancia. Respecto al índice de diversidad para el grupo de aves se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=**3.367** el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad se encuentra en parámetros altos, en el índice de Simpson se obtuvo un valor de D´= **0.041**, indicando poca predominancia de especies. El índice de equitatividad es de J=**0.947**, del cual se deduce que existe buena relación entre abundancia y diversidad de especies.

Tabla 4. 38.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Mamíferos dentro del SA.

CLASE MAMMALIA

No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ (lnPi)$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	Abundancia relativa
1	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical	3	0.200	0.322	0.040	20.000
2	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	1	0.067	0.181	0.004	6.667
3	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	2	0.133	0.269	0.018	13.333
4	*Mustela frenata*	Comadreja	1	0.067	0.181	0.004	6.667
5	*Panthera onca*	Jaguar	1	0.067	0.181	0.004	6.667
6	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	3	0.200	0.322	0.040	20.000
7	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	2	0.133	0.269	0.018	13.333
8	*Centurio senex*	Murciélago cara arrugada	1	0.067	0.181	0.004	6.667
9	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frutero pigmeo, Murciélago furgívoro pigmeo	1	0.067	0.181	0.004	6.667
TOTAL			15	1	2.084	0.138	100.000

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	9
Índice de Simpson (D)=	0.138
Índice de Shannom Wiener (H)=	2.084
J=	0.948
Hmax =	2.197
Abundancia=	15

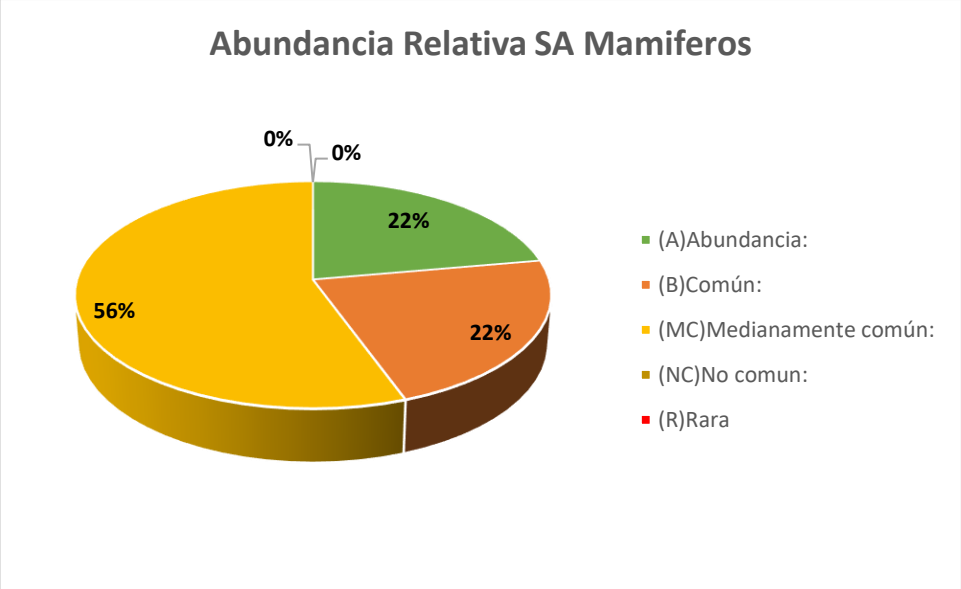


Figura 4. 33.Abundancia relativa de Mamíferos, utilizando la propuesta de Pettingill. SA (1969).

El grupo de Mamíferos presenta una riqueza de 9 especies, con una abundancia de 15 individuos registrados. En cuanto a la abundancia relativa de este grupo faunístico el 56% representa a las especies como Medianamente común, el 22% pertenece al rango Común y al rango de Abundancia. Considerando el índice de Shannon- Wiener, se puede advertir una biodiversidad media baja, al obtenerse un valor en este índice de H´=**2.084** Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= **0.138**, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, por lo que la afectación al hábitat de estas especies no compromete su permanencia ecológica. Mientras que, el índice de equitatividad es de J= **0.948** el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la abundancia es uniforme.

Tabla 4. 39.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Peces dentro del SA.

CLASE ACTINOPTERYGII							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Poeciliopsis fasciata*	Charal	6	1.000	0.000	1.000	100.000
TOTAL			**6**	**1**	**0.000**	**1.000**	**100.000**

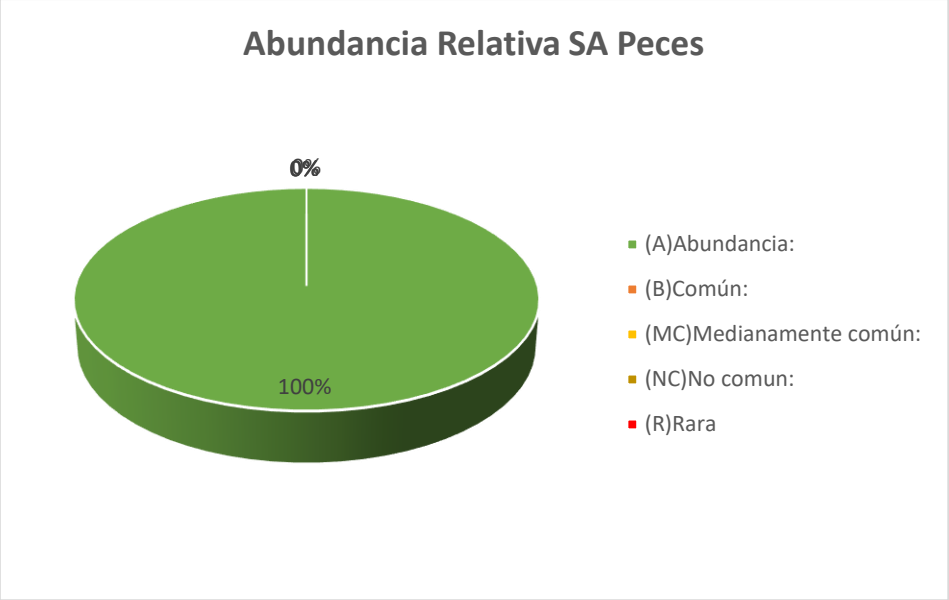


Figura 4. 34.Abundancia relativa de Peces, utilizando la propuesta de Pettingill SA (1969).

El grupo de Peces presenta una riqueza de 1 especie, con una abundancia absoluta de 6 individuos. En la abundancia relativa el porcentaje de este grupo el 100% perteneciente al rango de Abundancia.

Análisis Ecológico Del Área De Influencia.

Tabla 4. 40.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de anfibios dentro del Área de influencia.

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi \ lnPi$	$D_{SI} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	1	1.000	0.000	1.000	100.000
TOTAL			**1**	**1**	**0.000**	**1.000**	**100.000**

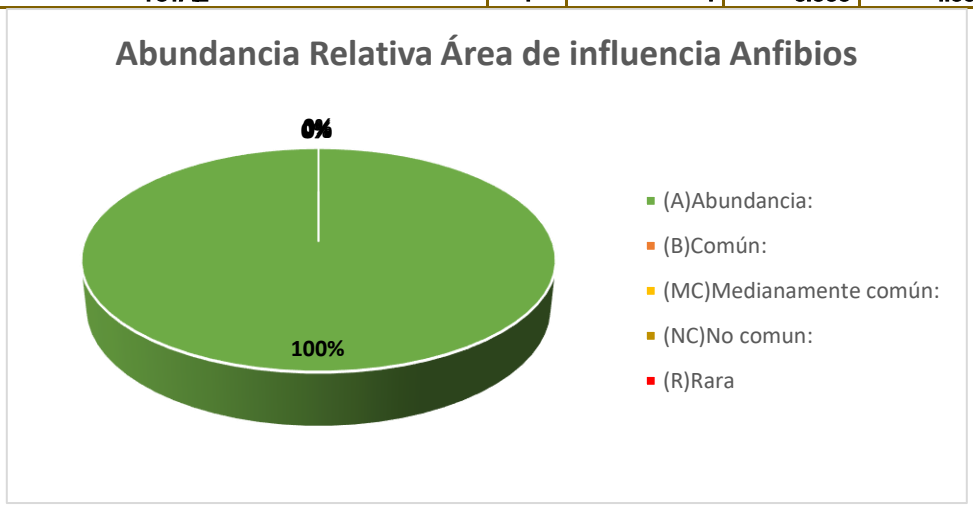


Figura 4. 35.Abundancia relativa de anfibios

El grupo de anfibios presenta una riqueza de 1 especie, con una abundancia de 1 individuo registrado. En cuanto a la abundancia relativa de este grupo faunístico el 100% representa al rango de Abundancia. Considerando el

índice de Shannon- Wiener, se puede advertir una biodiversidad baja, al obtenerse un valor en este índice de H´= **0.000**.

Tabla 4. 41.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de reptiles dentro del Área de influencia.

CLASE REPTILIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi \ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Sceloporus variabilis*	Lagartija escamosa panza rosada	1	0.167	0.299	0.028	16.667
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	2	0.333	0.366	0.111	33.333
3	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	3	0.500	0.347	0.250	50.000
TOTAL			**6**	**1**	**1.011**	**0.389**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	3
Índice de Simpson (D)=	0.389
Índice de Shannom Wiener (H)=	1.011
J=	0.921
Hmax =	1.099
Abundancia=	6

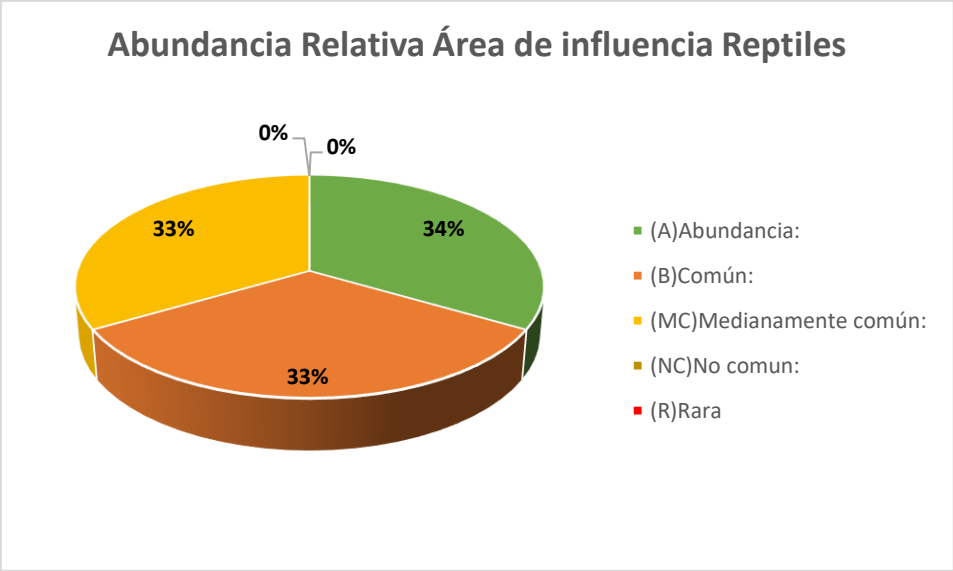


Figura 4. 36.Abundancia relativa de Reptiles, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

El grupo de reptiles presenta una riqueza de 3 especies, con una abundancia absoluta de 6 individuos. En la abundancia relativa el porcentaje de este grupo es de 34% perteneciente al rango de Abundancia, seguido del 33% perteneciente a las especies Medianamente común y Común. Respecto al índice de diversidad para el

grupo de reptiles se obtuvo un índice de ShannonWiener de H´= **1.011**, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es baja. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= **0.389**, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, mientras el índice de equitatividad es de J= **0.921**el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme.

Tabla 4. 42.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Aves dentro del Área de influencia.

CLASE AVES							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi \ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1	0.038	0.125	0.001	3.846
2	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	0.077	0.197	0.006	7.692
3	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	4	0.154	0.288	0.024	15.385
4	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	2	0.077	0.197	0.006	7.692
5	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	1	0.038	0.125	0.001	3.846
6	*Cassiculus melanicterus*	Casique mexicano	1	0.038	0.125	0.001	3.846
7	*Icterus graduacauda*	Bolsero cabeza negra	2	0.077	0.197	0.006	7.692
8	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	6	0.231	0.338	0.053	23.077
9	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	2	0.077	0.197	0.006	7.692
10	*Myiozetetes similis*	Luisito común	3	0.115	0.249	0.013	11.538
11	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo	2	0.077	0.197	0.006	7.692
TOTAL			**26**	**1**	**2.238**	**0.124**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	**11**
Índice de Simpson (D)=	**0.124**
Índice de Shannom Wiener (H)=	**2.238**
J=	**0.933**
Hmax =	**2.398**
Abundancia=	**26**

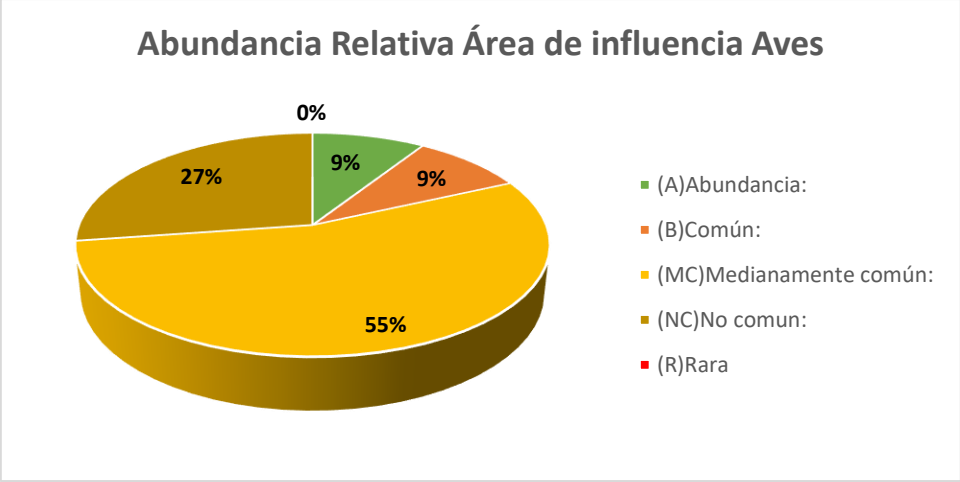


Figura 4. 37.Abundancia relativa de Aves, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

El grupo de aves presenta una riqueza de 11 especies, con una abundancia absoluta de 26 individuos. En la abundancia relativa el 55% de las especies pertenecen a las Medianamente común, 27% a No Común, 9% a Común y Abundancia. Respecto al índice de diversidad para el grupo de aves se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=**2.238**, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad se encuentra en parámetros bajos, en el índice de Simpson se obtuvo un valor de D´=**0.124**, indicando poca predominancia de especies. El índice de equitatividad es de J=**0.933** expresando que la proporción uniforme entre diversidad y dominancia.

Tabla 4. 43.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Mamíferos dentro del Área de influencia.

CLASE MAMMALIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi \ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical	1	0.250	0.347	0.063	25.000
2	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	1	0.250	0.347	0.063	25.000
3	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	2	0.500	0.347	0.250	50.000
TOTAL			**4**	**1**	**1.040**	**0.375**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	3
Índice de Simpson (D)=	0.375
Índice de Shannom Wiener (H)=	1.040
J=	0.946
Hmax =	1.099
Abundancia=	4

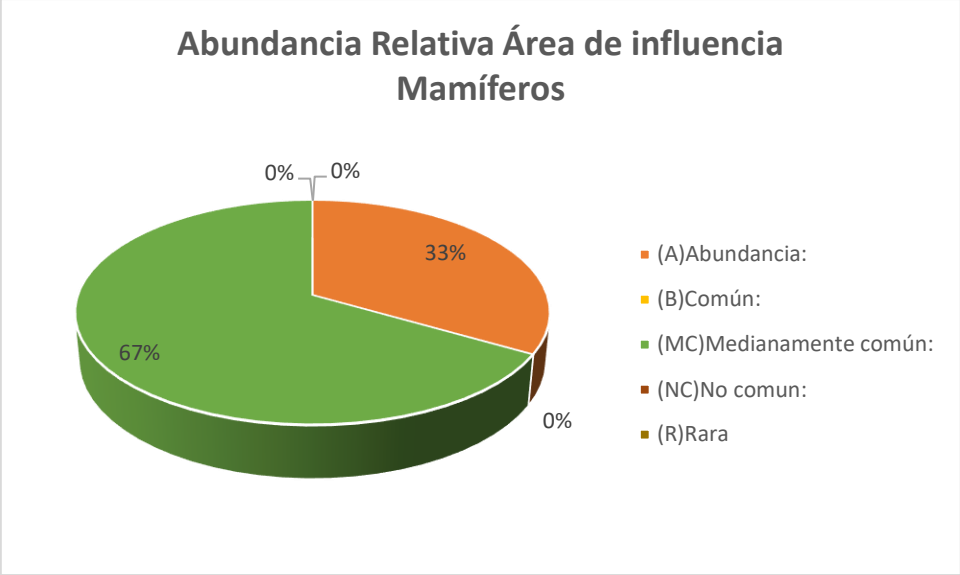


Figura 4. 38.Abundancia relativa de Mamíferos, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

El grupo de mamíferos presenta una riqueza de 3 especie, con una abundancia de 4 individuo registrado. En cuanto a la abundancia relativa de este grupo faunístico el 100% representa al rango de Abundancia. Considerando el índice de Shannon- Wiener, se puede advertir una biodiversidad baja, al obtenerse un valor en este índice de H´= **1.040**. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= **0.375**, el cual indica poca distribución de frecuencia de aparición de especies, por lo que la afectación al hábitat de estas especies compromete su permanencia ecológica, mientras el índice de equitatividad no se pudo obtener debido a la cantidad de registros.

Análisis Ecológico Del Área del Proyecto.

Tabla 4. 44 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de anfibios dentro del Área del proyecto.

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi \ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	1	1.000	0.000	1.000	100.000
TOTAL			**1**	**1**	**0.000**	**1.000**	**100.000**

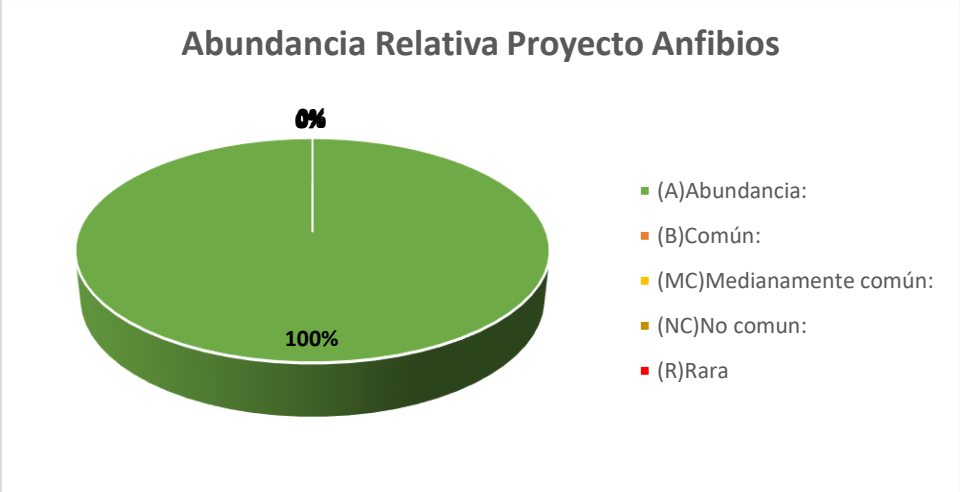


Figura 4. 39.Abundancia relativa de anfibios, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

Tabla 4. 45.Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de reptiles dentro del Área del proyecto.

CLASE REPTILIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	1	0.333	0.366	0.111	33.333
2	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	2	0.667	0.270	0.444	66.667
TOTAL			**3**	**1**	**0.637**	**0.556**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	2
Índice de Simpson (D)=	0.556
Índice de Shannom Wiener (H)=	0.637
J=	0.918
Hmax =	0.693
Abundancia=	3

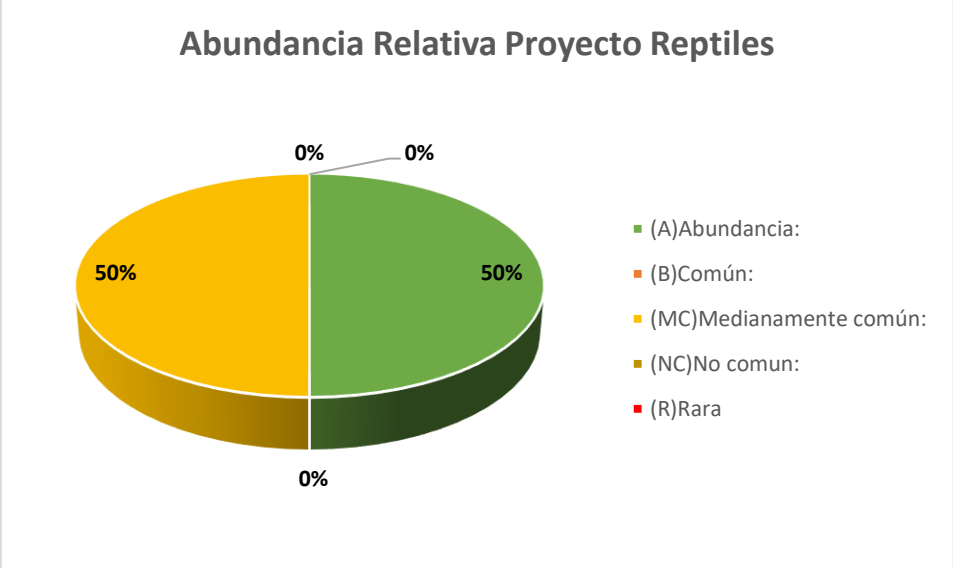


Figura 4. 40.Abundancia relativa de Reptiles, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

El grupo de reptiles presenta una riqueza de 2 especies, con una abundancia absoluta de 3 individuos. En la abundancia relativa el porcentaje de este grupo es de 50% perteneciente al rango de especies Medianamente Común y 50% perteneciente al rango de Abundancia. Respecto al índice de diversidad para el grupo de reptiles se obtuvo un índice de ShannonWiener de H´= **0.637**, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es baja. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= **0.556** el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, mientras el índice de equitatividad es de J= **0.918** el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme.

Tabla 4. 46 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Aves dentro del Área del proyecto.

CLASE AVES							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi \ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Coragyps atratus*	Zopilote común	3	0.120	0.254	0.014	12.000
2	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	6	0.240	0.343	0.058	24.000
3	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	3	0.120	0.254	0.014	12.000
4	*Cassiculus melanicterus*	Casique mexicano	2	0.080	0.202	0.006	8.000
5	*Icterus graduacauda*	Bolsero cabeza negra	2	0.080	0.202	0.006	8.000
6	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	4	0.160	0.293	0.026	16.000
7	*Myiozetetes similis*	Luisito común	3	0.120	0.254	0.014	12.000
8	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo	2	0.080	0.202	0.006	8.000
TOTAL			**25**	**1**	**2.005**	**0.146**	**100.000**

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	**8**
Índice de Simpson (D)=	**0.146**

Índice de Shannom Wiener (H)=	2.005
J=	0.964
Hmax =	2.079
Abundancia=	25

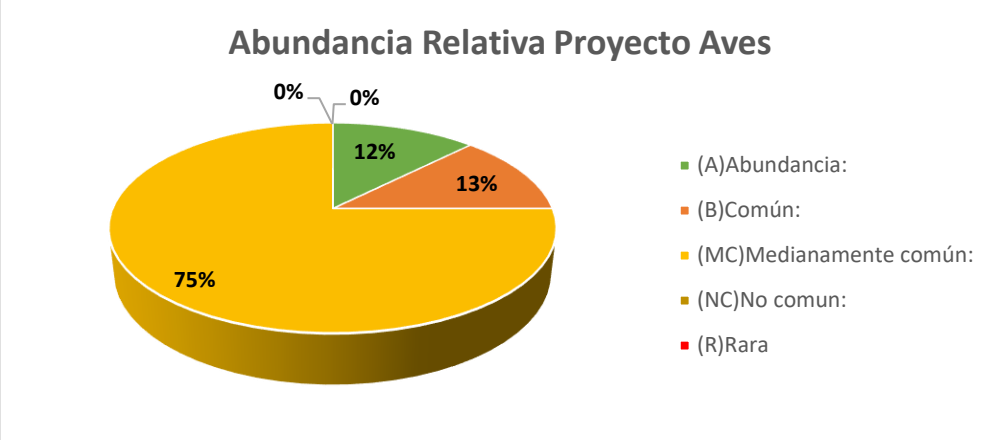


Figura 4. 41.Abundancia relativa de Aves, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

El grupo de aves presenta una riqueza de 8 especies, con una abundancia absoluta de 25 individuos. En la abundancia relativa el 75% pertenece a las especies Medianamente común, 13% de las especies pertenecen a las común, 12% Abundancia. Respecto al índice de diversidad para el grupo de aves se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=**2.005**, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad se encuentra en parámetros bajos, en el índice de Simpson se obtuvo un valor de D´=**0.146**, indicando poca predominancia de especies. El índice de equitatividad es de J=**0.964** expresando que la proporción uniforme entre diversidad y dominancia.

Tabla 4. 47 .Valores de los índices de Shannon-Wiever y Simpson por especie de Mamíferos dentro del Área del proyecto.

CLASE MAMMALIA							
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	Abundancia relativa
1	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	3	0.750	0.216	0.563	75.000
2	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	1	0.250	0.347	0.063	25.000
TOTAL			4	1	0.562	0.625	100.000

PARAMETRO	VALOR
Riqueza especifica (s)=	2
Índice de Simpson (D)=	0.625
Índice de Shannom Wiener (H)=	0.562
J=	0.000
Hmax =	0.693
Abundancia=	4

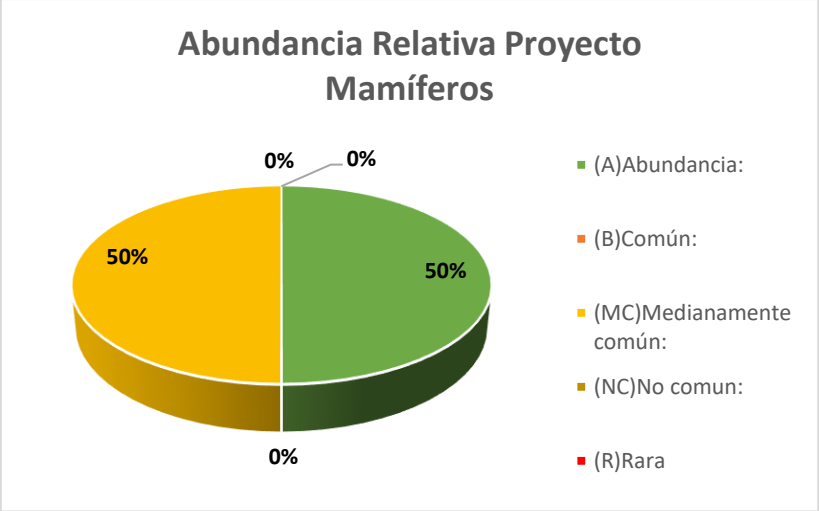


Figura 4. 42 .Abundancia relativa de Mamíferos, utilizando la propuesta de Pettingill. Proyecto (1969).

El grupo de mamíferos presenta una riqueza de 2 especie, con una abundancia de 4 individuo registrado. En cuanto a la abundancia relativa de este grupo faunístico el 50% representa al rango de Abundancia y Medianamente comun. Considerando el índice de Shannon- Wiener, se puede advertir una biodiversidad baja, al obtenerse un valor en este índice de H´= **0.562**. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= **0.625**, el cual indica poca distribución de frecuencia de aparición de especies, por lo que la afectación al hábitat de estas especies compromete su permanencia ecológica, mientras el índice de equitatividad no se pudo obtener debido a la cantidad de registros.

Análisis de similitud de biodiversidad faunística

Índice de Sorensen

Existe una gran cantidad de formas de estimar la similitud entre comunidades el índice utilizado con frecuencia es el propuesto por Sorensen, el cual se basa en la presencia y ausencia de las especies de las comunidades comparadas. Matemáticamente se expresa como sigue:

$$\mathrm{ISS} = \frac{2C}{A+B} \cdot 100$$

Donde, ISS = Índice de semejanza de Sorensen, C = Número de especies comunes en ambas comunidades, A =Número total de especies presentes en la comunidad A, y B = Número total de especies presentes en la comunidad B.

El resultado es expresado en porcentaje de semejanza entre ambas comunidades consideradas.

Se registraron a nivel SA 53 especies en total incluyendo los cinco grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, mamíferos, aves y peces) . Área de influencia se registraron 18 especies y a nivel Proyecto 13 especies. En relación de las especies registradas el índice de Sorensen indica que comparten un 36.61 % de similitud de fauna entre estas áreas, demostrando cómo influyen los tipos de vegetación que comparten ambos sitios, los factores antropogénicos y el paisaje en general.

Los resultados demuestran que los grupos de fauna correspondientes a las áreas de muestreo son más abundantes en el SA, es decir, los sitios no son equitativos.

Con los resultados obtenidos en el Sistema Ambiental (SA) y Área del proyecto e influencia podemos concluir que se presenta una diversidad de especies media-baja, encontrándose los índices entre valores por debajo de dos, la abundancia relativa nos indica la porción para cada especie respecto al total de individuos encontrados dentro del SA y Área del proyecto, los valores de diversidad y equidad demuestran que las afectaciones para el hábitat de las especies podrían ser mitigados de una manera favorable y es importante considerar que se encuentran algunas especies en la NOM-059-Semarnat-2010.

Las especies encontradas en el SA, presentan amplia capacidad de evasión ante eventos de perturbación, en el Área del proyecto se encuentra vegetación riparia, con grandes claros, donde se presentan principalmente reptiles de pequeño tamaño, anfibios, peces y aves. Durante la etapa de preparación y construcción, se llevarán a cabo algunas medidas preventivas como el ahuyentar a la fauna silvestre, recuperación de nidos y de ejemplares en el área de desmonte y despalme. Además de que se implementará un programa de rescate de fauna, por si llegara a encontrarse con alguna especie amenazada o de lento desplazamiento, con el fin de afectar lo menos posible a las poblaciones.

Especies que se encuentran dentro de la Nom-059-Semarnat-2010

El análisis del estado de protección y riesgo de las especies detectadas se realizó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde: amenazada (A) son aquellas especies o poblaciones de las mismas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo; sujetas a protección especial (Pr), aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad; en peligro de extinción (P), aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación del hábitat, enfermedades, entre otros (SEMARNAT, 2010).

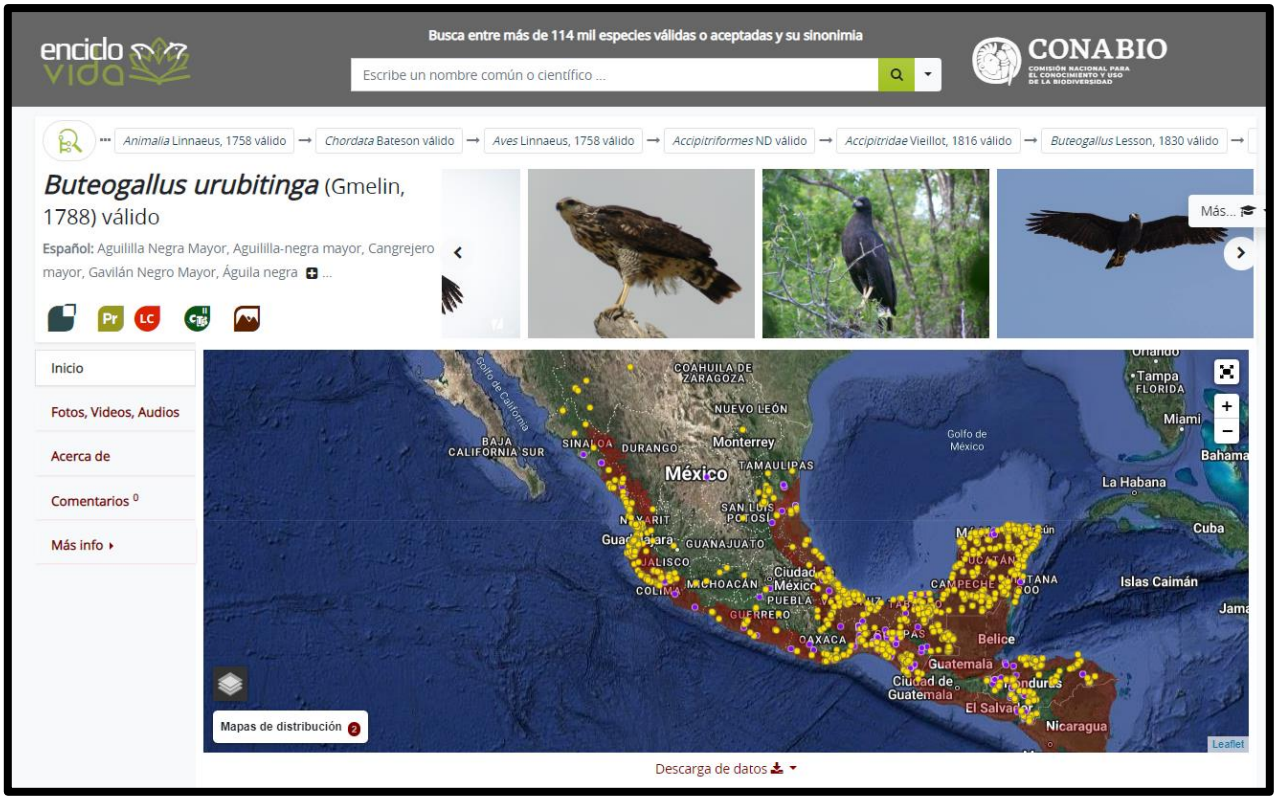
Tabla 4. 48.Listado de especies encontradas para el SA en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

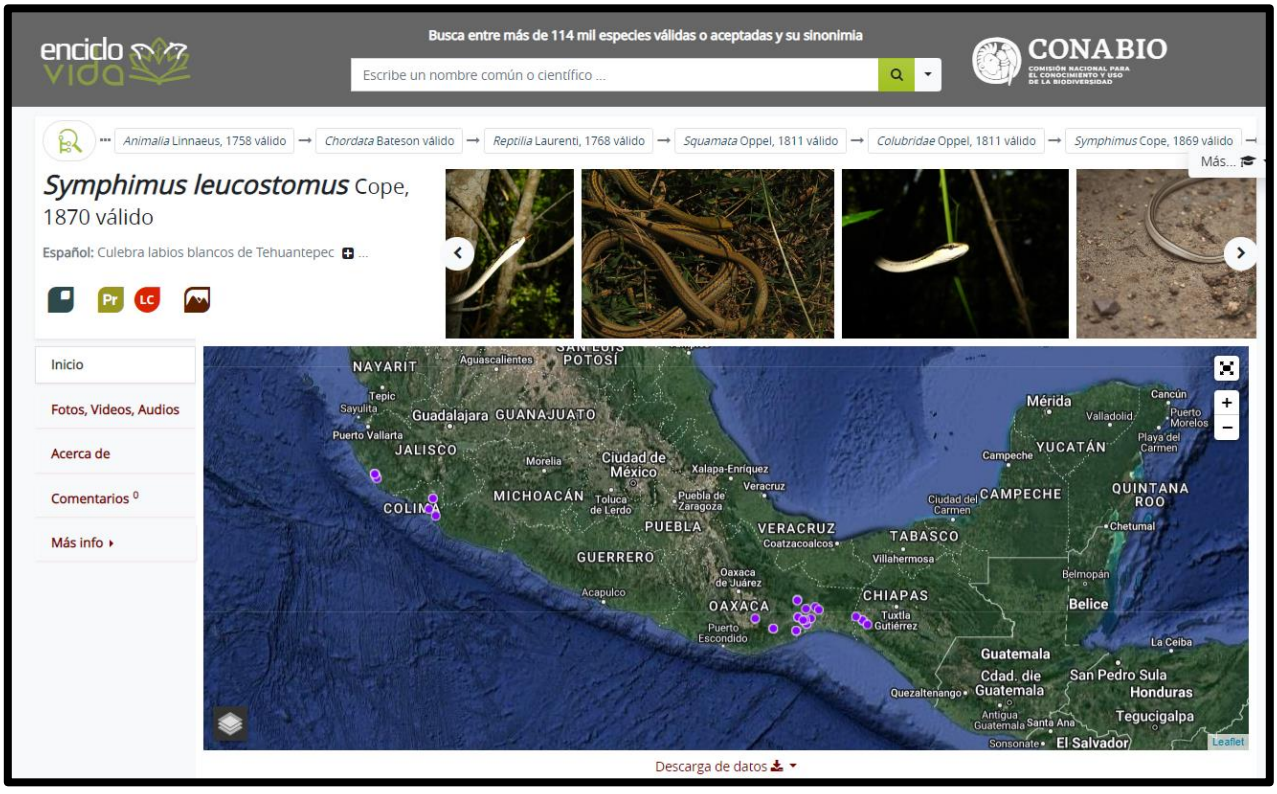
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Nom-059-Semarnat-2010	Registro
1	Squamata	Colubridae	Symphimus leucostomus	Culebra labios blancos de Tehuantepec	E	PR	RB
2	Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	NE	PR	OD
3	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	NE	P	E

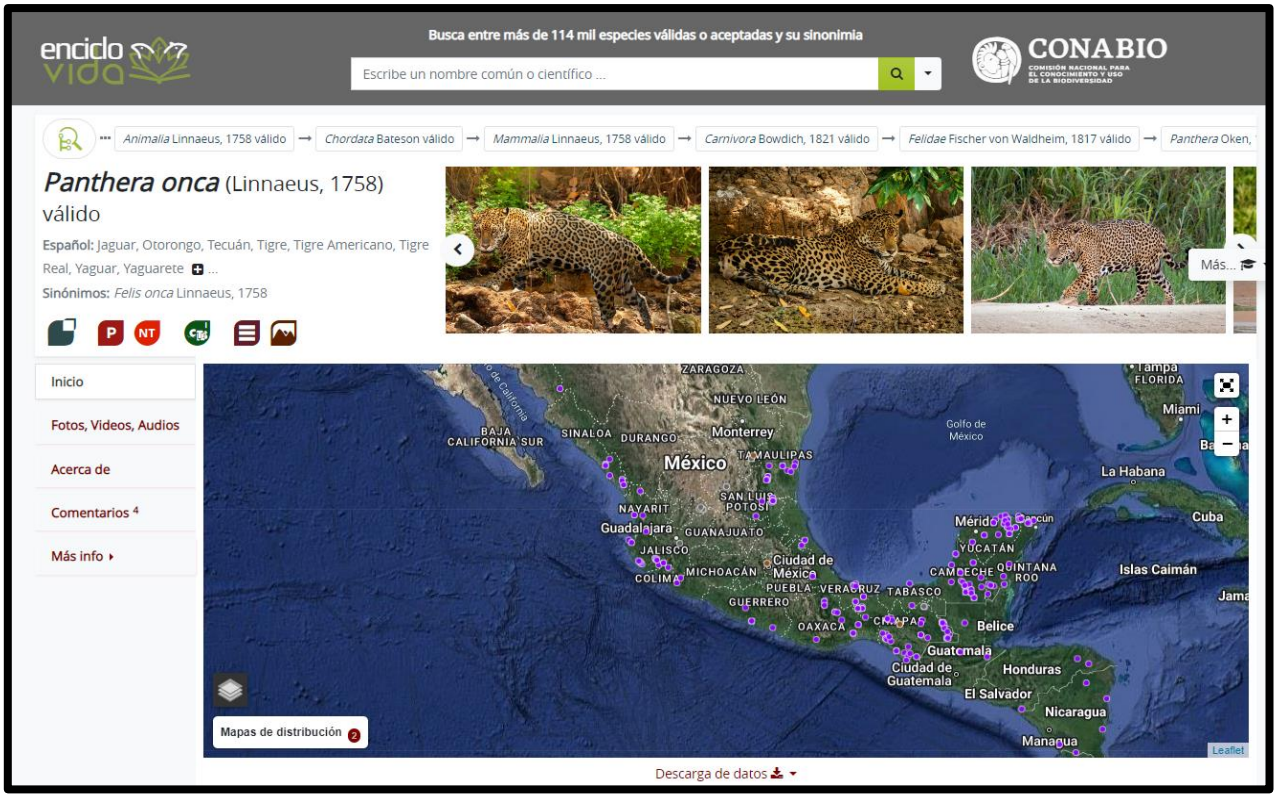
Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) (Pr=sujeta a protección especial, A=amenazada, P=en peligro de extinción, Sc=Sin categoría) Endemismo (En=endémica, NE=no endémica, Ex=exótica, Ce=cuasiendémica, Me=microendémica)

Distribución de especies dentro de la Nom-059-Semarnat-2010

En las siguientes figuras se presentan las especies listadas en la Nom-059-Semarnat-2010 y se corrobora su distribución, fuente CONABIO Y NATURALISTA.


encicloVIDA
Busca entre más de 114 mil especies válidas o aceptadas y su sinonimia
Escribe un nombre común o científico ...
CONABIO
Animalia Linnaeus, 1758 válido → Chordata Bateson válido → Aves Linnaeus, 1758 válido → Accipitriformes ND válido → Accipitridae Vieillot, 1816 válido → Buteogallus Lesson, 1830 válido →
Buteogallus urubitinga (Gmelin, 1788) válido
Español: Aguililla Negra Mayor, Aguililla-negra mayor, Cangrejero mayor, Gavilán Negro Mayor, Águila negra ...
Más...
Inicio
Fotos, Videos, Audios
Acerca de
Comentarios 0
Más info
Mapas de distribución 2
Descarga de datos
Leaflet


encicloVIDA
Busca entre más de 114 mil especies válidas o aceptadas y su sinonimia
Escribe un nombre común o científico ...
CONABIO
Animalia Linnaeus, 1758 válido → Chordata Bateson válido → Reptilia Laurenti, 1768 válido → Squamata Oppel, 1811 válido → Colubridae Oppel, 1811 válido → Symphimus Cope, 1869 válido →
Symphimus leucostomus Cope, 1870 válido
Español: Culebra labios blancos de Tehuantepec ...
Más...
Inicio
Fotos, Videos, Audios
Acerca de
Comentarios 0
Más info
Descarga de datos
Leaflet



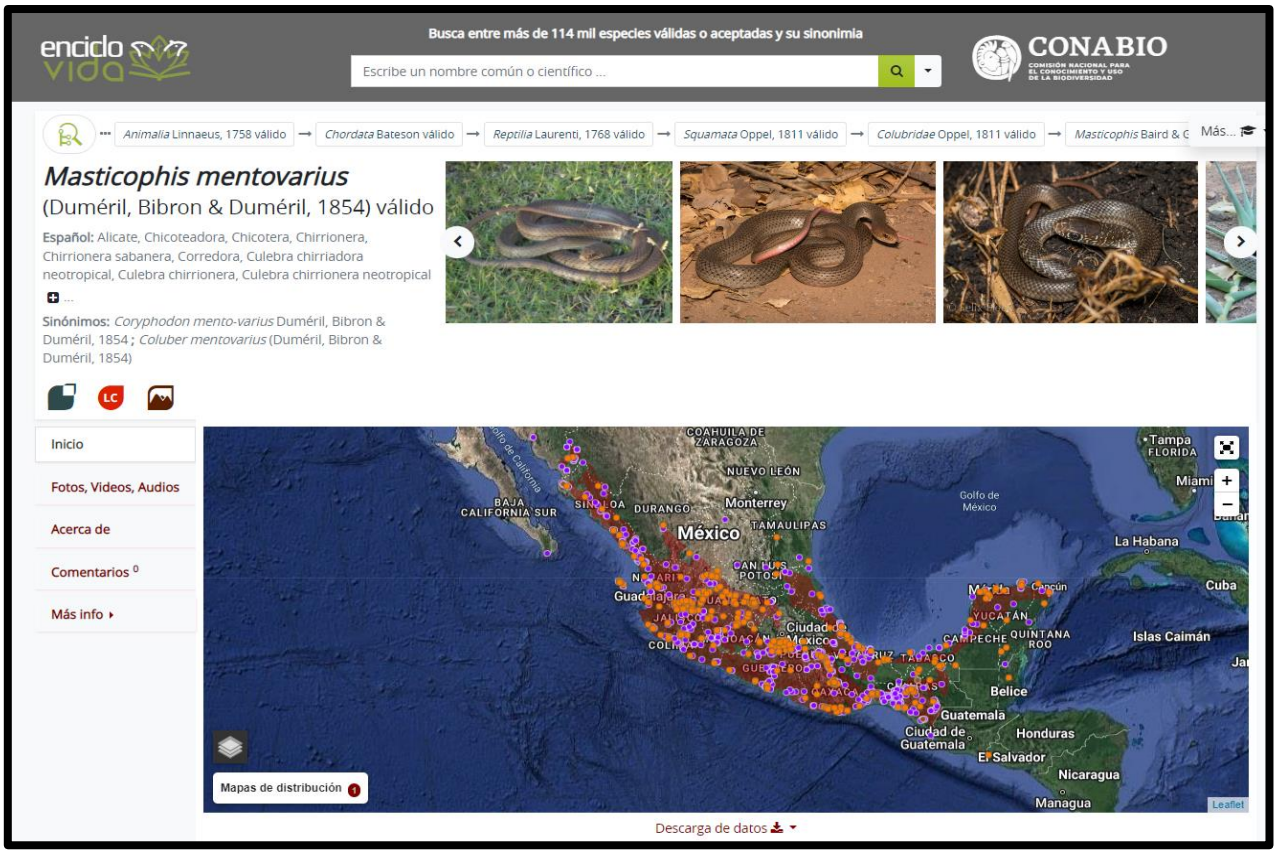


Figura 4. 43.Distribución de las especies.

Usos de la fauna silvestre

Los usos de la fauna silvestre en la región son: a) alimentario, caracterizado por la ingesta de carne de monte y control de daños en los cultivos; c) ornamental, al tener a estos animales silvestres como mascotas o animales de traspatio; y d) medicinal, cuando se utiliza a los animales con fines curativos, entre las especies catalogadas tenemos la siguiente tabla.

Tabla 4. 49.Especies con algún uso para los pobladores de la región

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS
Dasypus novemcinctus	Armadillo	Ornamental: sus placas dérmicas se utilizan como decoración, no se comercializa
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	Alimento: la carne de este animal se guisa en diferentes formas. Ornamental: su piel se utiliza como adorno, pero no se comercializa.
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	Alimento: la carne de este animal se guisa en diferentes formas. Ornamental: su piel se utiliza como adorno, pero no se comercializa.
Cuniculus paca	Tepezcuintle	Alimento: la carne de este animal se guisa en diferentes formas. Ornamental: su piel se utiliza como adorno, pero no se comercializa, y también se tiene como mascota de traspatio

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies. El Apéndice I incluye especies en peligro de extinción y cuyo control de comercialización es bastante estricto. Los Apéndices II y III incluyen especies que no necesariamente están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe ser controlado para garantizar su supervivencia.

La siguiente tabla muestra las especies del SA que se encuentran en algun Apendice de la CITES.

Tabla 4. 50.Especies en algún apéndice de la CITES

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES
Pampa curvipennis	Fandanguero cola cuña	Apéndice II
Saucerottia cyanocephala	Colibrí corona azul	Apéndice II
Ortalis vetula	Chachalaca oriental	Apéndice III
Cuniculus paca	Tepezcuintle	Apéndice III

4.3.2. Medio socioeconómico




Fotografías 4. 34.Mural de la Presidencia, y Plaza Pública de Guevea.

El puente a construir se ubica geográficamente el camino de Guevea de Humboldt – Ixcuintepec en el sureste del estado de Oaxaca y en la región del Istmo de Tehuantepec. El Municipio de Guevea de Humboldt, Identificado con el número 036, de acuerdo a la clave estadística, geográficamente está dividido en dos áreas: La parte principal colinda al norte con los municipios de Santiago Lachiguiri, San Juan Mazatlán y Santa María Guienagati; al este y sur con el municipio de Santa María Guienagati; al oeste con los municipios Santiago Lachiguiri y San Juan Mazatlán.

La fracción restante colinda al norte, este, sur y oeste con el municipio de Santiago Lachiguiri.

Localizado en la zona del Istmo de Tehuantepec, cabecera municipal del mismo nombre, de acuerdo a los registros históricos Guevea tiene como origen del término zapoteca Guie'e-via que significa "flor de agua turbia o azucena del río", hasta 1937 toma el nombre como actualmente se conoce.

De acuerdo al compendio de información geográfica municipal 2010 Guevea de Humboldt, cuenta con 32 localidades y una población total de 5,285 habitantes, resultado del censo 2010.

- Arroyo Naranjo
- Arroyo Obscuro
- Arroyo Virón
- Corral de Piedra
- Cuajinicuil
- El Aserradero (Cerro Grito)
- El Portillo
- El Porvenir
- Guadalupe
- Guevea de Humboldt
- Guichona
- Guiedó
- La Cumbre
- La Reforma
- Lachiburra
- Lagunas
- Linda Vista
- Llano Coyolt
- Llano de Lumbre
- Los Pinos (La Esmeralda)
- Nizavia
- Nueva Esperanza
- Progreso
- Rancho Viejo
- San Isidro
- Santa Cruz Ojo de Agua
- Sitio Iglesias
- Xadani
- Xicalp

El proyecto conecta a las localidades de: Santa Cruz Ojo de agua, Xadani, La Cumbre, Nueva Esperanza, Nisavia, Xadani con la cabecera municipal, por lo que es de gran importancia para la movilidad de los sus pobladores, el transporte de productos, mercancías y bienes de uso cotidiano de sus habitantes.

En la siguiente tabla se presenta la información geográfica y sociodemográfica de Guevea de Humboldt:

Tabla 4. 51.Información estadística municipal Población (2020) INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020

Concepto	Característica
Población total (quinquenal)2020	5256 (personas)
Total, de viviendas particulares habitadas (quinquenal) 2020	998 (viviendas)
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años, (quinquenal)2020	6.1. (años de escolaridad)
Población de 5 años y más hablante de lengua indígena (quinquenal) 2020	2204 (número de personas)
Tasa de desocupación (trimestral) 2022	15.41 Habitantes por Km^2

En 2020, la población en Guevea de Humboldt fue de 5,256 habitantes (47.3% hombres y 52.7% mujeres). Ligeramente la población femenina supera a la masculina, notándose esto también en la participación de la vida social y política de la población.

EDUCACION

El municipio cuenta con cuatro escuelas de nivel básico, preescolar, primaria, secundarias y bachiller, este último es el único plantel del municipio, por lo que varios estudiantes ocupan la ruta del puente para llegar al colegio.



Fotografías 4. 35.Instalaciones Educativas Primaria y CECYTE de Guevea.

Los jóvenes de la cabecera municipal de otras localidades perteneciente al municipio mantienen una actividad importante a través del programa "Sembrando Vida" con el que han reactivado áreas de cultivo de manera importante, el invernadero en el que realizan sus actividades es se encuentra cercano al cruce del río, beneficiado directamente con la construcción del puente.



Fotografías 4. 36.Programa "Sembrando Vida", realizado por jóvenes de Guevea y sus poblaciones.

Las tradiciones que aún se conservan son las fiestas patronales, la elección de autoridades y los trabajos comunitarios.

Desarrollo económico

Principales actividades económicas del municipio:

Sector primario Agricultura, ganadería,

Sector secundario (Industria); manufacturera

Sector terciario (Servicio); Comercio

Lengua indígena

Las lenguas indígenas más habladas fueron Zapoteco, mixe. (Censo de Población y Vivienda 2020).

Se consultó el catálogo de localidades indígenas 2010 y 2020, los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. 52.Población Indígena en el municipio de Guevea de Humboldt.

Municipio/localidad	Tipo de Mpio	Tipo de localidad	Grado de marginación	Población Total	Población indígena
GUEVEA DE HUMBOLDT	Municipio indígena	Loc. de 40% y más	Alto	5285	4567
Guevea de Humboldt	Localidad indígena	Loc. De 40%	Alto	1542	1422

Fuente: Catálogo de Localidades Indígenas, 2010. https://www.inpi.gob.mx/localidades2010-gobmx/

Servicios

Salud, en la cabecera municipal se encuentra el centro de salud el cual suele dar consulta general, partos y urgencias. Atención mayor los pacientes son trasladados a Ixtepec o Juchitán.

En Guevea de Humboldt las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud y Hospital de la SSA y en un mínimo consulta privada.





Fotografías 4. 37.Servicios en el municipio de Guevea.

Abasto rural: Los habitantes de Guevea y de sus localidades hacen sus compras de insumos (alimentos) directamente en Ixtepec, Oaxaca, y es en la cabecera donde se concentra el comercio para el abasto de las localidades beneficiadas con el puente.

Aprobación del proyecto

A través de la convocatoria de la autoridad municipal se realizó una asamblea general en la que asistió población de la cabecera y comunidades relacionadas con el proyecto, en general y como se hace constar en el Acta de Asamblea, anexa a esta MIAP, hay una aceptación unánime para la realización del puente descrito. Se percibe una identificación positiva de los habitantes con el proyecto, que se observa participación activa para las etapas de desarrollo del proyecto. A esta reunión asistieron habitantes de las poblaciones de Guevea que hacen uso del paso del río donde se construirá el puente y que con ello facilitaría si tránsito a la cabecera municipal: Cuajinicuil, La Cumbre, Nueva Esperanza, Xadani, Santa Cruz Ojo de Agua, Nizavia.






Fotografías 4. 38.Asamblea de Consulta Indígena para la aceptación del Proyecto.

4.3.2.1 Paisaje

Calidad paisajista

El término paisaje tiene varias acepciones y su significado ha variado a través del tiempo. El paisaje se define como una porción de territorio con características propias, las que son el resultado de la interrelación de procesos naturales y antrópicos a lo largo del tiempo. Asimismo, el vocablo hace referencia al modo en que las personas perciben el territorio, es decir, la capacidad de asimilación que tiene el paisaje en términos de percepción.

Calidad visual del entorno inmediato

Para evaluarlo en este estudio, se empleó la metodología del método indirecto del Bureau of Land Managament (BLM,1980). Está metodología utiliza Atributos Paisajísticos (AP) para evaluar la calidad visual de algún sitio en específico.

Tabla 4. 53.Ponderación de los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management).

Componente	Definición	Puntuación
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado o prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran	5

	variedad superficial o muy erosionada o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante.	
	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	3
	Colinas suaves, fondos de valle, planos, poco o ningún detalle singular.	1
Vegetación	Variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	5
	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	3
	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cansadas) o láminas de agua en reposo.	5
	Agua en movimiento o reposo, pero no dominantes en el paisaje	3
	Ausente o inapreciable.	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	5
	Alguna variedad intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	3
	Poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región. Posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	5
	Característico, aunque similar a otras en la región	3
	Bastante común en la región	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	2
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	1
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0

La calidad escénica global, se valorará sumando el resultado obtenido en la valoración individual de cada parámetro valorado. La calidad escénica global será:

Tabla 4. 54.Puntuación de la calidad escénica

Clase	Calidad Escénica	Puntuación
Clase A	Alta calidad, áreas con rasgos singulares y sobresalientes	19-33
Clase B	Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales	12-18

Clase C	Baja calidad, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura	0-11

La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (AP) para el SA se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que elaboró el estudio de impacto ambiental, para lo cual se consideró la información que se recabó durante los recorridos de campo. La aplicación del método origina la siguiente tabla:

Tabla 4. 55.Resultados de método indirecto del Bureau of Land Management para el SA

SA		
Componente	Atributo paisajístico (AP)	Puntuación
Morfología	Relieve montañoso, marcado por sierra alta y sistema de topoforma de sierras complejas	5
Vegetación	Vegetación Secundaria Arborea de Bosque Pino-Encino (VSA/BPQ), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Pino-Encino (VSa/BPQ) y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque mesófilo de Montaña (VSa/BMM).	3
Agua	Escurrimientos naturales, se caracterizan por ser limpios y claros, ya que provienen principalmente de precipitaciones pluviales y de manantiales y ríos con presencia de drenaje	3
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	5
Fondo escénico	Paisaje circundante de sierra baja y sistema de topoforma de sierra compleja	3
Rareza	Característico, aunque similar a otras en la región	3
Actuación humana	Áreas de cultivo y asentamiento humanos.	1
	TOTAL	23

El resultado nos arroja una puntuación de 23, que corresponde a la clase A, indica Calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.

Tabla 4. 56.Resultados de método indirecto del Bureau of Land Management para el área de influencia directa y el proyecto

Área de influencia directa y del proyecto		
Componente	**Atributo paisajístico (AP)**	**Puntuación**
Morfología	Relieve variado en tamaño y forma, Sierra alta y sistema de topoformas de sierras complejas.	3
Vegetación	Vegetación riparia, rodeada de vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ).	3
Agua	Escurrimientos naturales	3
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	3
Fondo escénico	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3
Rareza	Bastante común en la región	1

Actuación humana	Áreas de agroforestales (cultivos de café) y asentamientos humanos.	1
	TOTAL	**17**

El resultado nos arroja una puntuación de 17, que corresponde a la clase A, indica Calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.

Calidad del fondo escénico

Usualmente se considera la calidad del fondo escénico como el elemento de la calidad paisajística que contempla el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Este elemento incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales (apreciación a distancia), y parámetros geomorfológicos. La calidad del fondo escénico del SA es posiblemente el elemento más destacado de su calidad paisajística. La presencia de lomerío y sierra baja, así como los parches de vegetación que se extienden por el SA le dan media calidad escénica.

Visibilidad

Desde la mayor parte de los puntos de observación ubicados a lo largo del trazo del proyecto se tiene visibilidad regular, ya que la presencia de curvas limita la visibilidad total, sometiendo la mejor visión en los puntos altos del SA.



Fotografías 4. 39.Fondo escénico del Sistema ambiental



Fotografías 4. 40.Visibilidad ambiental desde el área del proyecto

4.4 Diagnóstico Ambiental

Identificación y análisis de componentes o recursos relevantes y/o críticos en el funcionamiento del sistema.

Las condiciones ambientales están determinadas por la interacción y estado de los componentes ambientales, en los párrafos anteriores se describieron los factores bióticos y abióticos que caracterizan el sitio del proyecto y sus colindancias, por lo que en la siguiente tabla se presenta un resumen de caracterización de los componentes que nos permiten realizar un diagnóstico ambiental.

Tabla 4. 57.Valoración de los indicadores

Factor	Tipo	Características
Clima	**(A)C(w2) Semicálido subhúmedo.**	**(A)C(w2) Semicálido subhúmedo:** La temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Aire	No se realizaron pruebas para determinar la calidad del aire ya que el proyecto corresponde a la construcción de un puente vehicular sin presencia de industria cercana al trazo, por lo tanto, no existe concentración de emisiones de gases originados por fuentes móviles ya que las generadas por lo vehículos en circulación son inmediatamente dispersadas por las corrientes de aire.	Mediante la aplicación de IQAir se obtuvieron datos de la calidad del aire. Esta herramienta ofrece información en tiempo real, permitiendo evaluar los niveles de contaminantes atmosféricos y su impacto en la salud y el medio ambiente. De acuerdo con los datos recopilados, la calidad del aire se encuentra dentro de un rango de buena calidad, lo que indica que los niveles de contaminantes son bajos y no representan un riesgo significativo para la salud pública.
Geología	**Ki (Gr)ígnea intrusiva: Granito.** **P(E) Metamórfica: Esquisto.** **Ki (cz) Sedimentaria: Caliza.**	El tipo de roca en el Sistema ambiental está conformado en su mayoría por rocas metamórficas. **Ki (Gr)ígnea intrusiva: Granito.** El **granito** es una roca ígnea intrusiva acida de color claro especialmente al rosáceo, esta roca cuenta con granos lo suficientemente grandes como para ser visible a simple vista. Esta roca se forma a partir de la cristalización lenta del magma debajo de la superficie de la Tierra, especialmente en arcos continentales. Está compuesta principalmente de cuarzo (en mayor porcentaje) y feldespato con cantidades de mica y otros minerales. Comúnmente la esta composición mineral le da al granito un color rosa, rojo, gris o blanco con granos minerales oscuros visibles en toda la roca. **P(E) Metamórfica: Esquisto.** Rocas metamórficas de bajo a medio grado de metamorfismo, cristales visibles a simple

		vista, su tamaño de grano es grueso, mucho mayor que el de los minerales de las filitas. Son rocas duras, compactas, coherentes, de baja porosidad, por lo que presentan una cierta resistencia a la edificación. No obstante, contienen minerales alterables que liberan gran cantidad de cationes, por lo que usualmente forman suelos saturados en bases, ricos en nutrientes, siempre que el clima no sea excesivamente húmedo, pues en este caso, si las lluvias son lo suficientemente intensas, los cationes se lavan y el suelo queda desaturado. Típicamente de perfil A Bw R (aunque en los casos de máxima evolución pueden dar suelos de perfil A Bt C R). Con frecuencia en el nivel superior del R aparece un horizonte con la roca descompuesta, pero sin estructura de suelo constituyendo un horizonte C. **Ki (cz) Sedimentaria: Caliza.** Esta roca sedimentaria está compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO3) generalmente calcita. También puede contener pequeñas cantidades de arcilla, siderita, cuarzo, entre otros. Reconocer este tipo de roca es muy fácil, gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita; es menos dura que el acero y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico. El origen de este tipo de roca puede ser de agua dulce o de origen marino, y componerse de material químicamente precipitado orgánico o detrítico. La mayoría de las calizas se forman en aguas profundas y las condiciones de turbulencia o ambientes tranquilos se reflejan en el soporte de sus granos.
Relieve	Provincia fisiográfica Sierra madre del Sur y la subprovincia Sierra orientales.	En el SA se presentan sierra alta y sierra baja con pendientes moderadas a fuertes. De estas características deriva la gran variedad de aspectos morfológicos del sistema ambiental distinguido sistema de topoforma de sierras complejas.
Hidrología	Región hidrológica 22 (RH22) Cuenca A. Laguna superior e inferior Al SA pertenece el acuífero de Tehuantepec.	La construcción del puente atraviesa la corriente perenne Arroyo Nisavía. El SA pertenece el acuífero de Tehuantepec, el cual es de tipo libre, no está sobreexplotado, es decir tienen disponibilidad. De acuerdo al estudio realizado en el 2019, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana, para los diferentes usos. La concentración de sólidos totales disueltos presenta valores que varían de 130 a 370 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible (LMP) de 1000 ppm establecido en Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1-2021 "Agua para

		uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de mayo del 2022, 4 muestras presentaron concentraciones de fierro que sobrepasan el LMP de 0.3 mg/l que establece la norma mencionada y en 6 muestras se exceden el LMP de 0.15 mg/l en la concentración de manganeso.
Suelo	**Acrisol húmico (Ah).**	**Ah Acrisol húmico.** Los Acrisoles húmicos tienen alto contenido de materia orgánica y de aluminio intercambiable (FitzPatrick 1984), acumulación de arcilla, endopedión con arcilla de baja actividad y saturación de cationes básicos menor del 50 %.
Uso de suelo y Vegetación	El SA presenta los tipos vegetación y usos de suelo de secundaria Arborea de Bosque de Pino- Encino (VSA/BPQ) en un 57.7 %, Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ) en 35.9% y Vegetación secundaria arbustiva de de Bosque Mesófilo de Montaña (VSa/BMM) en un 2.5 %, así como usos de suelo de Asentamientos humanos (AH) en un 3.9 %.	De acuerdo con los datos obtenidos de campo el sitio del proyecto se encuentra perturbado debido a las actividades antropogénicas, con cultivos de café y asentamientos humanos, por lo que propiamente el área del sitio de cruce se considera desprovista de una cobertura vegetal continua. Para la construcción del proyecto se requiere afectar una superficie de 1589.3 m^2. Este Proyecto no requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ya que la mayor parte de este se desarrolla sobre el camino existente, el cual tiene una superficie de 629 m^2 y sobre usos de suelo de vegetación ruderal arvense con una superficie de 213.1 m^2, cercos vivos con una superficie de 172.1m^2, asentamientos humanos con una superficie de 230.1 m^2 y solo se afectara 236 m^2 de vegetación riparia siendo esta superficie menor de acuerdo a lo establecido en el artículo 5° inciso O) de Cambios de Uso de Suelo de Áreas Forestales , así como de selvas y zonas áridas del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
Fauna	Existen distintas especies de aves, mamíferos y herpetofauna.	Se registraron a nivel SA 53 especies en total (anfibios, reptiles, mamíferos, aves y peces), a nivel Área de influencia 18 especies y a nivel Proyecto 13 especies. Se presenta una diversidad de especies media a baja, encontrándose los índices entre valores normales. Para el SA 3 especies se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** *Symphimus leucostomus* (Culebra labios blancos de Tehuantepec) en estatus **(Pr)** Sujeta a protección especial la cual fue registrada de manera bibliográfica, *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor) en estatus **(Pr)** Sujeta a protección especial, fue

		observada y *Panthera onca* (Jaguar) en estatus **(P)** Peligro de extinción fue registrada por entrevista. De acuerdo a los resultados obtenidos, se enlistaron para el SA un total de 53 especies que se distribuyen de la siguiente manera: los mamíferos están representados por 17%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 66%, el grupo de los anfibios cuenta con 6%, los reptiles con un 9%. Para el Área de influencia se enlistaron un total de 18 especies, los mamíferos y reptiles están representados por un 17%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 61%, el grupo de los anfibios con un 5%. Para el Área del proyecto se enlistaron un total de 13 especies, los mamíferos y reptiles están representados por un 15%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 62%, el grupo de anfibios cuentan con 8%.
Paisaje	Las unidades de paisajes delimitadas en el SA son sierras altas complejas.	El gradiente altitudinal del SA es de 600 msnm a una máxima de 880 msnm. Presenta paisajes serranos conservados en las partes altas, esta región se caracteriza por tener macizos montañosos masivos, mientras que el sitio del proyecto se presentan modificaciones debido a los asentamientos humanos.
	Percepción de calidad paisajística	Desde la mayoría de los puntos de observación a lo largo del trazado del proyecto se observa una visibilidad media, debido a la presencia de sierra alta con una calidad escénica moderada. En contraste, en las áreas del Sistema Ambiental (SA) que corresponden a topoformas de sierra alta compleja, la calidad escénica es alta, destacada por la belleza de los paisajes serranos con cimas y barrancas cubiertas de vegetación conservada, además de la formación de neblina que añade un atractivo visual adicional.
Población	La construcción del puente pertenece al municipio de Guevea de Humboldt.	El municipio ofrece a la población los siguientes servicios: agua entubada, alumbrado público y servicio de transporte. Así como instituciones educativas de primaria y secundaria. Referente a la salud la población recibe el servicio en el centro de Salud y en la clínica del SSA.
Economía	La economía del municipio de municipio de Guevea de Humboldt se basa en compra y venta de café además de cultivos como Maíz y frijol.	La cafeticultora ocupa el 10 % de la superficie agraria además se producen cultivos de maíz y frijol. La ganadería es de tipo extensiva con libre pastoreo con animales vacunos, aunque también se utilizan animales de compañía.

Desarrollo social	De acuerdo con en el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2023 de la Secretaría del Bienestar, se menciona que Guevea de Humboldt presenta Medio grado de rezago social.	De acuerdo con el informe el 24.7.% del municipio vive en pobreza extrema y el 55.9 % viven pobreza moderada, 0.6 % vulnerable por ingresos, el 17.4 % es vulnerable por carencia social y el 1.4 % no pobres, no vulnerables (Secretaría de Bienestar, 2023).

4.4.1. Calidad del sistema ambiental

La metodología empleada para poder establecer la calidad del sistema ambiental se basa en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), metodología descrita para determinar las Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas del país.

Se utilizó esta metodología ya que resulta ser integral por involucrar tanto la situación ambiental actual, así como los procesos de deterioro que han ocurrido en determinada región; se basa en la asignación de un peso cualitativo (criterio), así como uno cuantitativo (valor) a características ambientales, económicas y de riesgo identificadas en la región.

Por esta razón y considerando los requerimientos de un análisis del sistema ambiental, en el presente estudio se adaptaron los conceptos evaluativos de dicha metodología.

Se valoran tres aspectos principales: valor ambiental, valor económico, así como riesgos y amenazas, cada una de estas categorías cuenta con indicares que permiten la evaluación del sistema ambiental.

A) VALOR AMBIENTAL: cuenta como indicadores a la integridad ecológica o funcional, la diversidad cualitativa de hábitats, la presencia de especies endémicas, así como las amenazadas y las indicadoras, y entendiendo como sus indicadores de acuerdo a las siguientes definiciones:

- **Integridad ecológica o funcional**: se relaciona con el estado del hábitat (calidad) en el que se evalúa si sus características funcionales se encuentran en lo más cercano a su estado natural. Una alta integridad indica que el hábitat presenta sus características funcionales naturales. Toma valores de NC, B, M y A.
- **Hábitats**: se evalúa la diversidad de hábitats que se encuentran en el área, es decir la diversidad existente en el medio abiótico que permitiría la diversidad de formas biológicas que los ocupen. Toma valores de NC, B, M y A.
- **Endemismo**: ubica la presencia de estas especies a nivel nacional además de indicar que especies endémicas se encuentran en el área. Se le asignan valores de NC, B, M y A.
- **Especies amenazadas**: evalúa la presencia enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, enlistándolas e indicando tanto la categoría que presentan en dicha norma, así como el agente que afecta su distribución natural; los valores asignados son NC, B, M y A.
- **Especies indicadoras**: considera parámetros como la distribución, abundancia, rareza de diferentes especies existentes en el área y que son consideradas como indicadores del estado natural del ecosistema, señalando que especies se consideraron para la evaluación de este parámetro. Los valores que se asignan son: NC, B, M y A.

b) VALOR ECONÓMICO: se refiere a la importancia de los recursos naturales de la zona en el ámbito socioeconómico de la misma. Contempla 4 indicadores definidos a continuación:

- **Especies de importancia comercial**: valora la presencia de especies comerciales como medida de la importancia de la zona en ese rubro, indicando las especies por orden de importancia, adquiere valores de NC, B, M y A.
- **Importancia económica por sectores**: evalúa la presencia de actividades en los principales sectores productivos de la región a fin de determinar la importancia productiva del área, adjudicando valores de NC, B, M y A.
- **Recursos estratégicos**: evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos económicamente estratégicos como gas, petróleo, geotérmicos, entre otros. Enlistándolos en orden de importancia, se asignan valores de NC, PI, I y MÍ.
- **Importancia por servicios**: evalúa la importancia de los servicios prestados por la zona sean ambientales (captación de agua, depuradores, regulación climática, control de inundaciones, entre otros) o específicos (abastecimiento de agua de riego, generación de energía eléctrica, entre otros) enlistándolos en orden de importancia y asignándole al área valores de NC, PI, I y MI.

c) RIESGO Y AMENAZAS: se evalúa el entorno identificando cualquier factor que pudiera considerarse como un factor de riesgo, entendiéndolo como predecible y prevenible o como una amenaza, impredecible e incontrolable.

- **Modificación del entorno:** considera las alteraciones de cualquier tipo que se han realizado en el área, considerando la alteración de cuencas, construcción de edificaciones, presas, canales, caminos carreteras, la tala de árboles, desecación, relleno de áreas inundables, modificaciones a la vegetación natural, entre otras modificaciones, enlistándose por orden de importancia y asignándole al área valores de NC, B, M y A, puede considerarse como un riesgo (derrumbes por deforestación) o una amenaza (inundaciones).
- **Contaminación**: evalúa la presencia de energía, substancias u organismos que alteran la calidad de los componentes del sistema ambiental en la zona, pudiendo ser directos o indirectos. Enlistar en orden de importancia y asignarle valores en la zona en la escala de NC, B, M y A, su asignación como riego o amenaza dependerá de la magnitud de los efectos esperados.
- **Especies introducidas o exóticas**: evalúa la presencia de estas especies en los diferentes hábitats como medida de los impactos negativos que ocasionan. El área toma valores de NC, PI, I MI, se considera un riego.
- **Prácticas de manejo inadecuadas**: para evaluar este parámetro se toma en cuenta la existencia de actividades consideradas incompatibles con la conservación como el uso de explosivos, violación de vedas, extracción de tallas mínimas, venenos y trampas no selectivas, pesca ilegal u otros. Enlistar en orden de importancia, asignándole valores de NC, PI, M y A, se considera un riesgo.

Criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación permiten darle un valor al área respecto a su valor ambiental, económico y de riesgo, para lo cual se asigna un valor único a cada criterio evaluado justificando la asignación de dicho valor, éstos son los siguientes:

Tabla 4. 58.Criterios de evaluación de las prácticas de manejo inadecuadas.

Nomenclatura	Valor	Definición
NC	0	No se conoce
B	1	Bajo
PI	1	Poco importante
M	2	Medio
I	2	Importante
A	3	Alto
MI	3	Muy importante

Para cada indicador se tiene una valoración de acuerdo con la siguiente tipificación:

Tabla 4. 59.Valoración de los indicadores

Resultado	Valor
1-5	Bajo (Poco Importante)
6-10	Medio (Importante)
11-15	Alto (Muy Importante)

En las siguientes tablas se presentan los análisis de valoración

Tabla 4. 60.Diagnóstico Ambiental

Indicador		Justificación	Nomen-clatura	Valor
Valor Ambiental	Integridad ecológica	En el SA se reportaron especies endémicas en flora se reportaron 5 especies *Tillandsia concolor* (Tillandsia), *Agave salmiana* (Maguey pulquero), *Erythrina lanata* (Colorín), *Adenophyllum aurantium* (Árnica) y *Quercus acutifolia* (Aguatle). En fauna se registraron 5 especies *Incilius occidentalis* (Sapo de los pinos), *Incilius marmoreus* (Sapo jaspeado), *Sarcohyla cyclada* (Ranita de borde bronceado), *Symphimus leucostomus* (Culebra labios blancos de Tehuantepec), *Holcosus undulatus* (Lagartija arcoíris). Considerando el tipo y estado de la vegetación, el avistamiento de fauna silvestre, los endemismos, la calidad del agua de los acuíferos, el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas se considera una integridad ecológica Media.	A	3
	Hábitats	Vegetación secundaria Arborea de Bosque de Pino-Encino (VSA/BPQ), Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino -Encino (VSa/BPQ), Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña (VSa/BMM).	A	3

	Especies Amenazadas	En el Sistema Ambiental se ha registrado la presencia de varias especies de flora y fauna incluidas en la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010** con algún estatus de riesgo. Flora: *Pinus chiapensis* (Acalocote) en el estatus de riesgo como Sujeta a protección especial (Pr), *Cedrela odorata* (Cedro rojo) y la epifita *Tillandsia concolor* (Tillandsia) es el estatus de riesgo como Amenazada (A). Fauna: *Symphimus leucostomus* (Culebra labios blancos de Tehuantepec) en estatus **(Pr)** Sujeta a protección especial la cual fue registrada de manera bibliográfica, *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor) en estatus **(Pr)** Sujeta a protección especial, fue observada y *Panthera onca* (Jaguar) en estatus **(P)** Peligro de extinción fue registrada por entrevista.	A	3
	Especies indicadoras	No se reportaron especies indicadoras en el Sistema Ambiental.	M	2
			TOTAL	**11**
Valor Económico	Especies comerciales	En el Sistema Ambiental (SA), las especies utilizadas con fines comerciales son *Coffea arabica* (Café), *Zea* mays (Maíz) y *Phaseolus vulgaris* (Frijol).	M	2
	Importancia Económica por sectores	En el Sistema Ambiental (SA), la Cafeticultura y Agricultura constituyen la principal fuente económica.	M	2
	Recursos estratégicos	Los cuerpos de agua en el área del proyecto, como ríos y arroyos, son esenciales para la comunidad local. Estos cuerpos de agua no solo proporcionan agua para el consumo humano y el riego de cultivos, apoyando la agricultura local, sino que también sirven como fuente de materiales de construcción.	I	2
	Importancia por servicios	En el SA no se encuentra registro de pago por servicios ambientales, aunque se presenta vegetación conservada cada vez es menor la superficie de éstos.	B	1
			TOTAL	**7**
Riesgos y amenazas	Modificación del entorno	La región presenta una modificación moderada del paisaje debido al desmonte realizado para el cambio de uso de suelo, convirtiendo áreas naturales en parcelas de cultivo. Esta transformación ha alterado parcialmente el ecosistema original, reduciendo la cobertura vegetal nativa y modificando las condiciones ambientales locales.	M	2
	Contaminación	La contaminación en la zona es baja en el suelo, aire y agua, y se origina principalmente por las actividades productivas del sector primario, las comunidades cercanas y el tránsito vehicular.	B	1

	Especies introducidas	En el Sistema Ambiental (SA) se observó la presencia de las especies exótica e invasora *Oeceoclades maculata* (Orquídea monja africana) *Spathodea campanulata* (Tulipán de la india) *Hedychium coronarium* (Jazmín) y la especie *Kalanchoe pinnata* (Hoja de aire). Por lo que respecta a fauna no se reportan especies introducidas e invasoras.	B	1
	Prácticas inadecuadas	Se observa tiraderos a cielo abierto, quema de basura, desmonte para ampliar la frontera agrícola y consumo de leña,	A	3
Total				**7**

En cuanto al valor ambiental, el resultado es de 11 puntos, lo que indica un nivel alto. El área presenta ecosistemas medianamente conservados, con abundancia de especies de flora y fauna. El agua es crucial para la conservación del ecosistema. No obstante, también se observa un grado de alteración natural debido a la falta de sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales. La vegetación original ha sido modificada para la expansión agrícola y urbana, lo que ha llevado a la fragmentación del hábitat.

En cuanto a la valoración económica, se ha obtenido un total de 7, clasificado como medio, debido a que la zona presenta un desarrollo económico limitado y carece de proyectos productivos sustentables.

Respecto al apartado de riesgos y amenazas se obtuvo un puntaje de 7, considerado como medio, ya que la región presenta procesos degenerativos resultado de malas prácticas como el desmonte para parcelas de cultivo, la contaminación de los ríos y falta de proyectos de manejo de residuos.



En el SA se encuentran ecosistemas conservados. La densa vegetación permite la protección del suelo de la erosión debido a las capas de material vegetal, así como amortiguador de golpe de lluvia y arrastre del mismo, también son sitios que albergan importantes poblaciones de especies de fauna.



En el SA se encuentran áreas desmontadas para sembradíos de Maíz y frijol.



Quema de basura a cielo abierto

Revisión bibliográfica

Apendices CITES https://cites.org/esp/disc/what.php.

Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos medianos de México. Ed. CONABIO. Instituto de Ecología A. C. Mexico.

Badii M., Landeros J. y Garza V., 2008. Historia evolitiva de la vida. CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, Vol. 5, Núm. 24, págs. 6-18.

Casas-Andreu, G. & McCoy, C. J. (1987). Anfibios y Reptiles de México. Claves ilustradas para su identificación. LIMUSA, México.

Conabio https://enciclovida.mx

FAO-UNESCO (1989). Mapa Mundial de suelos, leyenda revisada. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos, 60. FAO-Roma. 202 pp.

Flores-Villela, O., F. Mendoza y G. González, 1995. En: Recopilación de claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. México: Las Prensas de Ciencias, UNAM. Publicación Especial Museo de Zoología 10: 258.

Franco, J., J. De la Cruz, G. Cruz, R. Rocha, S. Navarrete, M. Flores, M. Kata, C. Sánchez, A. Abarca y S. Bedina. 1989. Manual de ecología. Trillas, México. 94 p.

García, A. & G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los anfibios y reptiles de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala A. C. / Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Howell, Steve N.G., y Sophie Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press.

INEGI, 2001. Diccionario de datos climáticos: vectorial: escalas 1: 250 000 y 1: 1 000 000. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223885/702825223885_2.pdf

INEGI, 2004. Síntesis de Información geográfica del estado de Oaxaca.

INEGI, 2010. Documento técnico descriptivo de la red hidrográfica escala 1:50000. Dirección General de Geografía y Medio ambiente. Segunda edición, 106 pp. HIdrologia_tipos de corrientes.pdf

Informe General Puente Río Nido. Construcciones e Ingeniería Aura.

López-Falcón R., 2002. Degradación del suelo: causas, procesos evaluación e investigación. Serie: suelos y clima SC-75. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 273 pp. http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf

Molero J., Sáenz J. y Soler A., 1981. La autodepuración de corrientes de agua. Madrid: Revista de bachillerato. No. 18. 49 p.

Nieto-Samaniego A. F., Alaniz-Álvarez S. A. y Camprubí í Cano A., 2005. La Mesa Central de México: estratigrafía, estructura y evolución tectónica cenozoica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen Conmemorativo del Centenario. Temas Selectos de la Geología Mexicana. Vol. 57, núm. 3, p. 285-318. http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2005v57n3a3

Ordoñez Gálvez J. J., 2011. CARTILLA TÉCNICA: ¿QUÉ ES CUENCA HIDROLÓGICA? Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Sociedad Geográfica de Lima. Primera edición, 43 pp. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Peterson, R. T y E. L. Chalif, 1989. Identificación de todas las especies encontradas en México y El Salvador. En: Aves de México. Guía de campo. Peterson, R. T y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México y El Salvador. Ed. Diana. México, DF. ed. México.

Secretaría de Bienestar, 2023. INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL 2023. Oaxaca, San Miguel Quetzaltepec.

SEMARNAT 2016. ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5438877&fecha=26/05/2016&print=true#:~:text=El%20acu%C3%ADfero%20Tuxtepec%2C%20clave%202010%2C%20se%20localiza%20en%20la%20regi%C3%B3n,Playa%20Vicente%20y%20R%C3%ADo%20Trinidad.

SEMARNAT, 2018. ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales superficiales en las cuencas hidrológicas Río Salado, Río Grande, Río Trinidad, Río Valle Nacional, Río Playa Vicente, Río Santo Domingo, Río Tonto, Río Blanco, Río San Juan, Río Tesechoacán, Río Papaloapan, Llanuras de Papaloapan, Río Jamapa, Río Cotaxtla, Jamapa-Cotaxtla y Llanuras de Actopan, de la Región Hidrológica número 28 Papaloapan. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5512819&fecha=12/02/2018#gsc.tab=0

Soler P. E., Berroterán J. L., Gil J. L. y Acosta R. A., 2012. Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. Agronomía Tropical, 62(1-4), 025-038. Recuperado en 19 de julio de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003&lng=es&tlng=es.

Sorensen, T. A. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociobiology based on similarity of species content and its application to analyses of vegetation in Danish commons. K dan Vidensk Selsk Biol. Skr. 5: 1-40.

Structuralia, 2017. La autodepuración de las aguas. https://blog.structuralia.com/como-se-produce-la-autodepuracion-de-los-rios

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPITULO 5. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.



Contenido

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES....240
5.1 Identificación de impactos....241
5.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales....242
5.2.1 Lista de actividades evaluadas....243
5.2.2 Lista de componentes ambientales y sus Indicadores de impacto y cambio climático. 244
5.2 Caracterización de los impactos....252
5.2.1 Valoración cuantitativa de los impactos.....253
5. 3. Resultados....257
5.3.1 Análisis integral.....269
5. 4. CONCLUSIONES.....272

Figura 5. 1 Concepto de Impacto Ambiental.....240
Figura 5. 2 Síntesis de la metodología aplicada....242
Figura 5. 3 Proporciones de la naturaleza de los impactos identificados.....259
Figura 5. 4 Presencia de impactos por etapa del proyecto....261
Figura 5. 5 Presencia de impactos por medio.....262
Figura 5. 6 Proporción de importancia de los impactos.....269
Figura 5. 7 impactos significativos negativos residuales.....271

Tabla 5. 1 Actividades a desarrollarse.....243
Tabla 5. 2 Componentes ambientales....245
Tabla 5. 3 Simbología para detectar los posibles impactos....252
Tabla 5. 4 Abreviaturas de atributos.....253
Tabla 5. 5 Tabla de variables....254
Tabla 5. 6 Criterios para interpretar el valor de la Importancia de un impacto.....257
Tabla 5. 7 Matriz de identificación de impactos....258
Tabla 5. 8 Matriz de caracterización de impactos.....260
Tabla 5. 9 Matriz de evaluación de impactos.....263
Tabla 5. 10 Valores de caracterización y evaluación cuantitativa de los impactos ambientales en la segunda 270

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las evaluaciones de impacto ambiental son metodologías que permiten ver el grado de un diagnóstico ambiental ante las alteraciones que puede generar la construcción de obras o el desarrollo de actividades humanas, tanto de manera favorable como adversa, en este caso los trabajos de construcción para un puente vehicular.

En este capítulo se identificarán y describirán las metodologías, y cada uno de los impactos ambientales provocados por el desarrollo del proyecto con el fin de construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en el sistema local.

El impacto ambiental se define como la variación de la calidad ambiental de una variable, conocida como componente ambiental, se debe considerar la calidad ambiental como la expresión del grado de conservación de esa variable, respecto a un estado sin intervención, así pues, la calidad se expresa en términos del 0 al 1, en donde el 0 representa una variable completamente degradada mientras que el 1 es referido a una variable prístina, sin intervención (Figura 5.1).

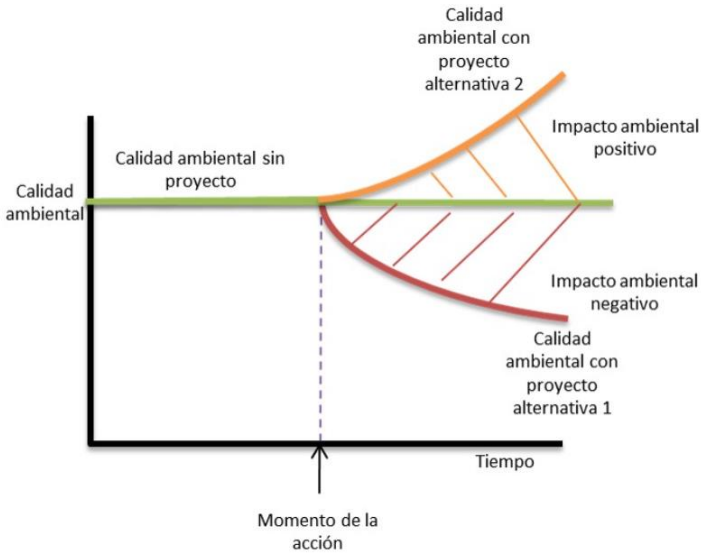


Figura 5. 1 Concepto de Impacto Ambiental.

Para calcular el grado del impacto ambiental se parte de la línea base del área donde se desarrollará el proyecto, la cual se desarrolló a lo largo del Capítulo 4 del presente estudio.

La evaluación de un impacto ambiental tiene la finalidad de determinar los impactos generados sobre el entorno natural y socioeconómico por obras o de procesos de producción de la economía o de otras actividades que genera la humanidad. Cuando estos impactos son adversos, se plantean y llevan a cabo medidas de mitigación o atenuación de los efectos negativos presentados. Si los impactos son favorables, entonces el proyecto mismo es un detonador del desarrollo integral para la comunidad que se ve involucrada.

Los impactos ambientales de cualquier actividad productiva se clasifican en función de si se producen como consecuencia del proceso de entrada de recursos (insumos, ya sea de productos, agua o energía); del proceso de salida (emisiones, descargas y residuos) o se deben a la acción de la actividad sobre el territorio en el que se realiza (impactos sobre el medio). Para evaluar el grado de afectación generado en el entorno existe una amplia gama de técnicas, que van desde las más simples, en las que se determinan cualitativamente los principales impactos (frecuentes y/o importantes), hasta las de mayor complejidad, donde se evalúan los impactos cuantitativamente. Bajo dicha identificación se complementan de manera importante los estudios e investigaciones específicas con la experiencia de los evaluadores del impacto.

Esta evaluación de impacto ambiental considera las siguientes cuatro fases:

1.- Corresponde a la identificación de impactos ambientales, en reunión con el grupo interdisciplinario se identificaron las principales etapas y actividades del proyecto y se seleccionaron los impactos por etapa de proyecto y elemento del medio geográfico, biótico y social afectado.

2.-Se determina el signo y se evalúan en una escala simple los impactos generados por las actividades propias de cada etapa del proyecto en cuestión sobre los elementos bióticos, abióticos y sociales.

3.- La tercera fase consiste en la descripción de los impactos identificados, donde se señala el grado de deterioro o productivo sobre los factores del ambiente.

4.- Se enfoca al análisis cuantitativo y cualitativo en la evaluación de los impactos determinados, para valorar globalmente el impacto del proyecto.

Para cubrir estas fases se llevaron a cabo diversas técnicas como fueron: recopilación de información, afine y análisis de la misma, adopción de metodologías propias para la evaluación del impacto ambiental, verificación en campo, donde se definen los parámetros ambientales y actividades del proyecto que influyen sobre los anteriores; todo este proceso se desarrolló sobre la base de un equipo interdisciplinario, relacionado con las especialidades requeridas para este proyecto, tales como Ingeniería Civil (interpretación del proyecto de carácter netamente de caminos), Biología y Geografía, con el objetivo de definir el escenario ambiental del sitio antes y después del proyecto.

5.1 Identificación de impactos

De acuerdo con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su **CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción VII, VIII, XV y X** se consideran las siguientes definiciones:

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

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

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud,

obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

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

En la actualidad la cantidad de técnicas de identificación, medición y predicción de los impactos ambientales es sumamente basta, el primer paso fue definir la línea base a seguir de la metodología, en este caso consideramos que la evaluación de impacto ambiental de carreteras en México está sustentada en manuales, tesis y guías desarrolladas en un trabajo conjunto de investigadores e instituciones públicas, dentro de las que destacan IMT, Instituto Mexicano del Transporte; SCIT, Secretaría de Infraestructura y Transporte), INECOL, Instituto Nacional de Ecología y SEMARNAT.

Así se eligieron los procesos en campo y en gabinete para reconocer las acciones que impactan y elementos impactables, para después identificarlos y evaluarlos. Las técnicas de medición se eligieron en función al elemento impactado, incluyendo variables físicas, químicas, ecológicas, socioeconómicas y de paisaje.

5.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Los métodos que se usaron partieron del más sencillo (identificación de interacción de elementos y etapas del proyecto), para continuar con una matriz más elaborada que fue la de identificación de impactos; así dimos paso a la valoración utilizando matrices más complejas: matriz de valor de importancia.

La metodología de identificación y valoración de impactos permitió a la vez determinar las medidas de mitigación y el programa de monitoreo.

En el siguiente diagrama de flujo se sintetiza la metodología aplicada.



Figura 5. 2 Síntesis de la metodología aplicada

5.2.1 Lista de actividades evaluadas

Los componentes necesarios para la construcción de la matriz de identificación de impactos se presentan en las tablas siguientes, una se corresponde a los factores ambientales que pueden ser afectados por la ejecución de la obra, la cual parte de la información contenida en los capítulos 3 y 4 del presente estudio y la otra a las acciones del proyecto en sus diversas etapas que se describen en el capítulo 2.

Tabla 5. 1 Actividades a desarrollarse.

Etapa	Actividades a ejecutar	Descripción
Preparación del sitio	Instalación de obras provisionales.	Esta actividad contempla que se habilitará un área de maniobras con accesos y con superficie entre 250 a 1,400 m^2, de acuerdo a la propuesta que se escoja; en esa superficie se encontrará la bodega y almacén de residuos; el servicio de sanitarios lo proporcionará la comunidad o en su caso se contempla un baño portátil por cada 12 trabajadores.
	Desmonte	Se contempla el desplazamiento de 213.1 m^2 de vegetación ruderal y arvense, 230.1 m^2 , 172.1 m^2 de cercos vivos y 236 m^2 de vegetación riparia. Por la línea de ceros se retirará 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas, que están distribuidos a lo largo de orilla del camino y del cauce del arroyo Nisavía; ningún organismo a retirar pertenece a alguna especie con protección legal.
	Despalme	Se estima un volumen de 1,265 m^3
	Acarreos y operación de maquinaría.	Se consideran a todo los traslados relacionados con el proyecto, ya sea de personal, materiales de construcción o traslados de residuos; así como el empleo de toda la maquinaria durante el desarrollo de las diferentes actividades.
Construcción	Construcción de subestructura.	En esta actividad se contemplan las excavaciones y las cimentaciones requeridas por los caballetes y pila. El volumen de material estimado resultado la excavación es de 145.8 m^3.
	Construcción de superestructura.	En esta actividad se contemplan los colados, construcción de aleros, losa.
	Construcción de obras de drenaje complementarias.	Como parte de las obras complementarias de drenaje se construirán 5 lavaderos de concreto hidráulico, los cuales se ubican en los cadenamientos: km 1+734.00, km 1+.749.00, km 1+764.00 y del lado derecho km 1+833.26, km 1+848.26
	Construcción de banqueta y guarniciones	Las banquetas serán a cada lado y tendrán 1 m de ancho.
	Construcción de terraplenes.	En esta actividad se refieren a la construcción de los accesos a la estructura, los cuales tendrán un volumen de 2,743 m^3
	Pavimentación	Se refiere al tendido de la superficie de rodamiento en toda la estructura y accesos
	Señalamientos.	Se refieren a las actividades que implican las colocación de señales y carteles.

	Limpieza general y salida del sitio.	Se refiere al momento en que la maquinaría y el personal abandona el área, en la cual no deben quedar residuos de ningún tipo y las zonas deben quedar listas para el inicio de las actividades de mitigación y restauración ambiental.
Operación y mantenimiento	Tránsito de vehículos.	Se refiere a la operación de la estructura como parte de la infraestructura vial de la zona.
	Programa de conservación de elementos estructurales, mantenimiento y limpieza.	Se contemplan a las actividades y operación de los trabajadores encargados de realizarlas.

Podemos acercarnos de manera aún más particular a la identificación de impactos cuanto más específicas sean las actividades y los factores afectados. De lo anterior destaca el trazado de relaciones causa - efecto, ya que permiten visualizar con claridad la correlación entre las actividades y los factores del medio (no sin reconocer la multicausalidad de un fenómeno), al reconocer como criterio de relación el cambio o la modificación resultante, fundamental para medir su gravedad y, en consecuencia, diseñar las medidas para disminuir su efecto negativo en el ambiente.

5.2.2 Lista de componentes ambientales y sus Indicadores de impacto y cambio climático.

La palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada). (SEMARNAT, 2022).

En el campo ambiental se han desarrollado indicadores, sin embargo, no existe una definición única del concepto y éste varía de acuerdo con la institución y a los objetivos específicos que se persiguen. Una de las definiciones de indicadores ambientales, proviene de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que desde hace varios años utiliza un conjunto de indicadores como información base para realizar evaluaciones periódicas del desempeño ambiental de los diferentes países que integran esta organización. Según la OCDE, un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo. (PNUD-SEMARNAT, 2005).

En general se considera como un indicador ambiental a una medida que puede ser de origen físico, químico, biológico, social o económico, que permite evaluar toda aquella información ambiental disponible, con el fin de reflejar las condiciones en las que se encuentra el medio ambiente o un factor ambiental particular.

La elección de los indicadores de este estudio se basa en experiencias internacionales y nacionales de los impactos ambientales generados por la construcción y /o modernización de infraestructura vial, así como modelos establecidos, y son los siguientes:

- Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (PNUD-SEMARNAT, 2005).
- Guía Metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. (CEPAL, 2009).
- Manual para estudios, gestión y atención ambiental en carreteras. (SCT, 2016).

Identificados los impactos posibles en cada etapa del proyecto sobre cada factor ambiental, se construyó la siguiente tabla donde concentra la lista de componentes ambientales a impactar, el nombre del indicador, objetivo, periodicidad, método de cálculo y fuentes de información consultadas.

Así se eligieron los procesos en campo y en gabinete para reconocer las acciones que impactan y elementos con posibilidades de ser impactados, para después identificarlos y evaluarlos. Las técnicas de medición se eligieron en función al elemento impactado, incluyendo variables físicas, químicas, ecológicas, socioeconómicas y de paisaje.

La lista de componentes ambientales del presente proyecto, así como sus indicadores de impacto, métodos de medición y fuentes se expresa en la tabla siguiente:

Tabla 5. 2 Componentes ambientales

C.A.	Impacto	Indicador	Objetivo	Periodicidad y etapa	Método de cálculo	Fuentes de información
Atmósfera	Emisión de gases contaminantes (de efecto invernadero) por fuentes fijas, vehículos y maquinaria.	Densidad aparente de humo. Trabajo horas de fuentes fijas y móviles. Número de vehículos y maquinaria y litros de combustible.	Determinar la densidad aparente visual del humo de fuentes fijas (planta trituradora y asfáltica) y monitorear la generación de gases contaminantes de fuentes móviles (autos y maquinaria).	Quincenal en fuentes fijas. Semanal en fuentes móviles durante la etapa de operación y construcción.	▪ Método para determinar la densidad aparente visual del humo mediante la Carta de RINGELMANN en fuentes fijas. ▪ Reporte semanal: tipo de vehículo y/o maquinaria, horas de trabajo diarias, tipo y litros de combustible.	DGN-AA-1-1972 Norma Mexicana de Método de Prueba para Determinar la Densidad Aparente Visual del Humo Empleando la Carta de Ringelmann. (fuentes estacionarias). NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina. NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
	Generación de ruido por el uso de maquinaria pesada y el tránsito de vehículos.	Niveles de ruido en los frentes de trabajo.	Monitorear los niveles de ruido que generen las fuentes fijas en el área del proyecto.	Semanal para el monitoreo de niveles de ruido en el frente de trabajo.	Monitoreo con sonómetro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas. Horario límites máximos permisibles: de 6:00 a 22:00: 68 dB(A)	NOM-081-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. NOM-080-ECOL-1994, Que establece los límites

					de 22:00 a 6:00: 65 dB(A).	máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
	Afectación a la calidad del aire por la dispersión del polvo.	Concentraciones ambientales de partículas PM10 y las PM2.5 en los sitios de las actividades.	Monitorear la concentración de partículas sólidas en el aire ya que éstas pueden afectar los cultivos cercanos, trabajadores y pobladores.	Semanal para el cálculo del promedio de 18 registros en 24 horas, en el sitio donde se esté realizando la actividad.	Monitoreo con un medidor de calidad de aire para PM 10 y PM2.5	NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Espín Mayorga, M. E. (2015). Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental en la productividad de los cultivos agrícolas en los barrios la Morita, la Tola, el Arenal, la Esperanza y Collaquí ubicados en la parroquia de Tumbaco, Distrito Metropolitano de Quito. 185 hojas. Quito : EPN
Clima	Alteración al almacenamiento de CO_2	Disminución de superficie con cobertura vegetal.	Monitorear que el desplazamiento de vegetación se realice en las superficies indicadas y que no haya otras zonas alteradas.	Diario en la fase de preparación de sitio, semanal en la etapa de construcción.	Monitoreo con GPS para verificar las superficies alteradas.	Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano Del Transporte. Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota. Publicación Técnica No. 353 Sanfandila, Qro, 2011. www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt353.pdf
	Alteración del microclima.	Aumento de la temperatura por las actividades de desmonte, despalme y pavimentación.	Monitorear la temperatura antes de realizar las actividades de desmonte y despalme y después de las actividades para analizar si existe algún parámetro de cambio.	Antes de la actividad y después de la actividad.	Medición con termohigrómetro de la humedad y T° ambiental, antes y después de la actividad, a la misma hora (desmonte); y antes y durante la pavimentación a una distancia de 10, 20, 50 y 100 m.	Ley General de Cambio Climático: contempla el de responsabilidad ambiental, y señala que quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.

Geomorfología	Alteraciones al relieve.	El desarrollo de las actividades programadas implica que el relieve se altere por excavaciones y construcción de terraplenes.	Estabilidad de agregados. Gradiente y longitud de la pendiente.	Antes del inicio de las actividades, semanal en las etapas de preparación de sitio y construcción.	Planos de la pendiente y memoria técnica del proyecto.	Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. 3° Edición (revisada, corregida y aumentada). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. (2016). FAO. Guía para la descripción de suelos. 2009
Suelo	Alteración a la composición del suelo.	Empleo de áreas con cubierta vegetal silvestre o para el desarrollo del proyecto.	Monitorear que el proyecto se realice dentro de las superficies planteadas en la memoria técnica.	Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.	GPS y planos geométricos del proyecto.	Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano Del Transporte. Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota. Publicación Técnica No. 353 Sanfandila, Qro, 2011. www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt353.pdf
	Alteración al proceso erosivo.	Estabilidad de agregados.	Estimar el grado de erosión ocasionado por desmonte y despalme, así como los taludes de los terraplenes .	Antes y después de la actividad de despalme y construcción de terraplenes.	Estabilidad de agregados: depositar aproximadamente diez agregados de diámetros entre 3 y 10 mm, en una cápsula de porcelana y saturándolos con agua, tras rotarlos suavemente durante 30 segundos, se evalúa el grado de descomposición de los agregados (Tabla Estabilidad de agregados de Siebe et al., 2016), a menor estabilidad más susceptible a la erosión. Pendiente: medir el gradiente y longitud de pendiente con clinómetro, el grado de erosión aumenta proporcionalmente con el gradiente y longitud.	Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. 3° Edición (revisada, corregida y aumentada). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. (2016). FAO. Guía para la descripción de suelos. 2009

	Alteración a la permeabilidad.	Superficie compactada por el desarrollo del proyecto, obras provisionales y operación de maquinaria.	Verificar que no se empleen más zonas para el desarrollo de las actividades que las especificadas en la memoria técnica del proyecto.	Diaria en la fase de preparación del sitio, semanal en la construcción.	Verificación mediante GPS de las superficies empleadas se correspondan a las indicadas.	Memoria del proyecto geométrico.
Agua	Alteración de la calidad del agua.	▪Turbidez ▪ pH	Monitorear la turbidez y pH 100 m aguas arriba, en el km 1+796 donde cruzará el puente, y 100 m aguas abajo.	Al inicio de las actividades y mensual.	Turbidez: En el fondo de un vaso de cristal se adhiere una pegatina con un dibujo del disco Secchi y se vierte agua del escurrimiento hasta la marca de 100 ml y se anota si la visibilidad del disco es alta, media o baja. pH: Se mide el pH del escurrimiento con tira reactiva o un medidor digital.	DOF, Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Universidad Complutense. Indicadores calidad del agua. https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-turbidez%20f.pdf
	Alteración al Flujo de la corriente.	Modificación del patrón de drenaje del agua superficial de la red de drenaje natural por la construcción del puente.	Monitorear que la estructura cumpla con las indicaciones del proyecto geométrico y no altere el patrón de la corriente.	Diaria durante la fase de construcción de la estructura.	Número y características geométricas de las obras de drenaje construidas.	Memoria del proyecto geométrico.
		Azolve u obstrucción de escurrimientos por acumulación de residuos o materiales de construcción.	Monitorear que al finalizar el proyecto todos los materiales de construcción sean retirados de la zona.	Semanalmente durante el desarrollo del proyecto y al finalizar.	Condiciones de la zona al finalizar la construcción. Programa de mantenimiento de la estructura	Memoria del proyecto geométrico.

Flora	Alteración a la distribución de la cubierta vegetal.	El retiro de la vegetación en 613.6 m^2 por el desarrollo del proyecto, de esta superficie 119 m^2 (0.019 ha) corresponden a vegetación ruderal y arvense, 32.2 m^2 (0.03 ha) de vegetación riparia, y 462 m^2 (0.46 ha) de bosque de pino - encino.	Medir y caracterizar el uso de suelo y la presencia de vegetación de los polígonos afectados para mostrar en un mapa.	Al inicio de la actividad: Medir y señalizar los polígonos afectados por el desmonte y despalme para la línea de ceros, indicando coordenadas, tipo uso de suelo o vegetación. (La estimación de la superficie afectada se realizó en campo considerando la línea de ceros del proyecto). Verificación durante el desarrollo de la actividad que se realiza dentro de las zonas indicadas.	Cálculo de la superficie de vegetación a desmontar respecto a la vegetación del SA. Verificación del estatus de la comunidad primario o secundario.	Manual de Ecología y Métodos básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal, Mostacedo Bonifacio, Frederickse Todd S. Santa cruz Bolivia, 2000. Guía de Métodos para medir biodiversidad, Aguirre Mendoza Zhofre, Loja Ecuador 2003 NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
	Alteración a las tablas de vida de las comunidades vegetales locales.	El retiro de los organismos reflejaran una alteración en la proporción de organismos vegetales en la zona.	Marcar los individuos que será necesario remover y vigilar que ni ningún otro ejemplar sea alterado por el desarrollo del presente proyecto.	Diario durante la etapa de preparación de sitio y semanalmente durante la construcción.	Censo de individuos vegetales en la zona de influencia directa del proyecto al inicio del proyecto, después de la actividad de desmonte, al inicio de la etapa de construcción y al finalizar esta.	Memoria del proyecto geométrico.
Fauna	Alteración al Hábitat.	Aumento en la Tasa de mortandad de animales silvestres por afectación al hábitat por el desmonte y despalme.	Monitorear la fauna con ayuda de herramientas básicas como GPS y cartografía para la el rescate y reubicación de acuerdo a diversas variables geográficas y ambientales.	Reporte quincenal (Monitoreo diario) durante las etapas de preparación del sitio y construcción, monitoreo una semana en la etapa de operación.	No. de individuos observados y rescatados /No. de especies registradas por grupos faunísticos en el SA.	Ley General de Vida Silvestre: El tema que regula esta Ley consiste en la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.
	Alteración a la Fauna acuática.	Abundancia de especies aguas arriba de donde será la estructura y aguas abajo..	Comparar los índices de diversidad antes del proyecto y durante la etapa de construcción.	Reporte quincenal (Monitoreo diario).	Diversidad antes de la construcción del puente/Diversidad después de la construcción del puente	Andrews, K., Gibbons, W. y Jochimsen, D. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. Herpetological Conservation, 3, 121–143. Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., et al.

						(2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, 5, 45–57.
Ecosistemas	Alteración a la conectividad ecológica.	Pérdida de vegetación riparia y alteraciones en la zona. Cabe mencionar que en la zona de afectación directa del proyecto no se encontró fauna con desplazamiento terrestre.	Monitorear que los polígonos de afectación se correspondan con los autorizados.	Diario durante la etapa de preparación del sitio.	Superficies autorizadas vs superficies reales.	Memoria del proyecto geométrico.
	Alteración a los servicios ambientales de la zona.	Disminución en la calidad de los componentes ambientales de la zona.	Verificar que los polígonos de afectación sean los autorizados	Al inicio de la actividad: Medir y señalizar los polígonos afectados por el desmonte y despalme para la línea de ceros, las áreas empleadas para instalaciones temporales, indicando coordenadas y superficie, seguimiento al programa de recolección de residuos y el estado general al finalizar el proyecto.	Superficies autorizadas vs superficies reales. Ejecución del programa de recolección de residuos. Desarrollo de actividades de limpieza general al finalizar el proyecto.	Memoria del proyecto geométrico.
Paisaje	Alteración de la calidad escénica.	Alteraciones a la escena local que disminuyan su calidad.	Monitoreo de la calidad escénica y sus componentes.	Después del desmonte.	Evaluación de la calidad visual del paisaje método indirecto de BLM (Bureau of Land Management 1980).	Método indirecto del BLM (Bureau of Land Management 1980).

	Generación de residuos.	Total de volumen de residuos generados. Porcentaje de residuos no depositados en contenedores adecuados.	Contabilizar el volumen total de residuos generados y de los residuos que no son colocados en los contenedores en las etapas de preparación del sitio y construcción.	Semanal: bitácoras Quincenal: Inspección del área de influencia.	Llenar bitácoras por tipo de residuos (sólidos urbanos, especiales y peligrosos), indicando cantidad, entrega de cantidad de residuos generados y actividad donde fueron generados. Inspeccionar el área de influencia de la obra para encontrar y medir residuos que no hayan sido dispuesto en los contenedores.	DOF, Diario Oficial de la Federación, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003, última reforma publicada el 18 de enero de 2021.
Social	Mejora de movilidad del tránsito de personas, y productos.	Índice de Servicio Actual (ISA).	Calificar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar sobre la nueva estructura.	Al iniciar la etapa de operación.	ISA: Aplicar encuesta a usuarios del Puente vehicular para conocer la percepción del usuario al transitar por la nueva estructura.	Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano Del Transporte. Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota. Publicación Técnica No. 353 Sanfandila, Qro, 2011. www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt353.pdf Ministerio de Obras Pública. Guía para la Gestión y Monitoreo de Planes de Obras Públicas Implementación, Metas e Indicadores. Chile.2012 http://www.dirplan.cl/metodologia/monitoreo/Documents/Guia_para_la_Gestion_y_Monitoreo_de_Planes_de_Obras_Publicas.pdf
	Alteración al Riesgo de accidentes	Índice de incidencia total de accidentes	Registrar el porcentaje de accidentes ocurridos durante los trabajos de construcción y mejoramiento del camino.	Mensual	$\frac{Accidentes\ de\ trabajo}{Trabajadores\ ocupados} \times 100.000$	Rodas Alfaya, Leticia; Sánchez Larrión, Raúl. Design of indicators to measure occupational accidents: the Spanish case. Revista Espacios. Vol. 40 (Nº 32). 2019
Económico	Creación de fuentes de empleo temporales	Lista de nómina	Reportar el número de trabajadores empleados por el proyecto.	Quincenal	Estadística de empleados: Cargo, Género, edad, fecha de ingreso, lugar de origen.	Departamento de Estadística – OIT Ginebra. Indicadores de Empleo de los Objetivos Desarrollo del Milenio (ODM) en el marco de la medición del Trabajo Decente. 2009. http://www.inefop.org.uy/docs/Indicadores%20empleo%20ODM_CEPAL.pdf

	Accesibilidad	Características finales del proyecto	Tiempo de traslado entre las localidades antes y después del proyecto.	Al inicio y al finalizar el proyecto.	Medición del tiempo de traslado.	Memoria del proyecto geométrico.

Una vez determinados los componentes ambientales susceptibles de ser impactado por el desarrollo del proyecto y las acciones que pueden producir los impactos; se procede a identificar los impactos que estas últimas tienen sobre los primeros. Todos los componentes del medio ambiente pueden verse afectados en mayor o menor medida por las actividades humanas. Sin embargo, por las características de este proyecto la identificación y evaluación de los impactos ambientales, sólo se considera los siguientes elementos del medio natural: Atmosfera, Microclima, Suelo, Agua, Flora, Fauna, Paisaje, Social y Económico.

5.2 Caracterización de los impactos

Al emplear el método matricial para la identificación de impactos, se inicia una vez seleccionados los elementos y atributos que se verán posiblemente afectados, los cuales se entrecruzaran con las actividades programadas para el desarrollo del proyecto; como resultado de este procedimiento, se obtiene el total de impactos esperados a lo largo de las diferentes etapas del proyecto, el siguiente paso, se procedió a la siguiente la caracterización de los impactos determinando el carácter o naturaleza de cada uno, el cual puede ser negativo o adverso **(-)** o positivo o benéfico **(+)**.

Entendiendo que los impactos adversos modifican parcial o totalmente algún componente del ambiente en detrimento del mismo, mientras que los benéficos influyen de manera positiva sobre algún factor del ámbito natural o social, en donde las características ambientales o socioeconómicas reflejan un aspecto de desarrollo y productividad en el entorno del proyecto.

El carácter o naturaleza de un impacto dependerá del grado de respuesta del componente ambiental frente a la acción de un proyecto, por lo que se da una segunda clasificación, dependiendo del grado de afectación esperada, distinguiendo entre los simples y los significativos, considerando a éstos últimos de acuerdo a la definición dada en la LGEEPA: "*Impacto ambiental significativo o relevante; es 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*".

El cuadro siguiente resume la simbología de los tipos de impacto que se generan en el presente proyecto.

Tabla 5. 3 Simbología para detectar los posibles impactos

Impacto	Símbolo
Impacto Adverso Significativo	A
Impacto Adverso no Significativo	a
Impacto Benéfico Significativo	B
Impacto Benéfico no Significativo	b
Impacto Mitigable	m

Mitigación de impactos

El glosario de impacto ambiental de la SEMARNAT, define a las medidas de mitigación como: "*Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas*" el hecho de que existan estas medidas y se evalúen en esta etapa permite tener un indicador del impacto real del proyecto en la zona del proyecto. Estos impactos se señalan con la letra "m" en la matriz construida, este dato nos indica en primera instancia en que componentes ambientales será perceptible el impacto real del proyecto.

5.2.1 Valoración cuantitativa de los impactos.

Los expertos del equipo interdisciplinario determinaron la importancia de cada efecto, proporción mediante la cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo. Quedará consignada en la Matriz de Importancia del impacto. Las filas corresponden a los factores distribuidos jerárquicamente y las columnas corresponden a las acciones también ubicadas de forma jerárquica.

Matriz de importancia

Esta metodología corresponde a una modificación de la matriz de Leopold, y Conesa la propuso en 1997, en su libro *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. La valoración que se realiza es de tipo cualitativa y se efectúa a partir de una matriz que tiene la misma estructura de columnas (acciones impactantes) y filas (factores impactados).

Cada casilla de cruce en la matriz o elemento establece una relación donde se reconoce el efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado y, a partir de una serie de atributos, se determina la importancia de cada impacto. La trascendencia del impacto resulta del grado de incidencia de la alteración sobre cada uno de los factores ambientales afectados y de la manera en que participa el efecto, de acuerdo con una serie de atributos de tipo cualitativo y sobre las que se basará la evaluación de impacto.

Los elementos de la matriz de importancia o contenido de una celda identifican el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado. Siguiendo lo expuesto por Conesa, se propone que los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a 12 características del efecto producido por la acción sobre el factor considerado.

Las filas corresponden a los factores o componentes ambientales y las columnas corresponden a las acciones o actividades del proyecto. En la celda de la matriz se ubica la importancia estimada del impacto que la acción produce sobre el elemento del componente ambiental (x). Las filas y las columnas marcadas con totales se utilizan para definir respectivamente las acciones que mayor importancia del impacto producen o recibe.

La importancia de un impacto es una medida cualitativa del mismo, que se obtiene a partir del grado de intensidad de la alteración producida, y de una caracterización del efecto, obtenida a través de una serie de atributos, correspondientes a la situación en el entorno y se calcula con el siguiente algoritmo:

$$I = NAi\ (3Ini + 2Exi + Moi + Pei + RV + Sii + Aci + Efi + Pri + Rei)$$

Donde:

Tabla 5. 4 Abreviaturas de atributos.

Abreviaturas de los atributos a evaluar	
NA: NATURALEZA	MO: MOMENTO
EX: EXTENSIÓN	RV: REVERSIBILIDAD
PE: PERSISTENCIA	AC: ACUMULACIÓN
SI: SINERGISMO	PR: PERIODICIDAD
EF: EFECTO	I: IMPORTANCIA
IN: INTENSIDAD	

Para realizar la valoración se utilizaron los valores de cada atributo de acuerdo con la tabla que se muestra a continuación.

Para realizar la valoración se utilizaron los valores de cada variable de acuerdo con la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 5. 5 Tabla de variables

Variables	Medida de los impactos	Valor numérico
NA: NATURALEZA	Benéfico	1
	Adverso o perjudicial	-1
IN: INTENSIDAD	(B) Baja	1
	(M) Media	2
	(A) Alta	4
	(MA) Muy Alta	8
	(T) Total	12
EF: EFECTO	(I)Indirecto (secundario)	1
	(D) Directo	4
EX: EXTENSIÓN	(Pu) Puntual	1
	(Pa)Parcial	2
	(E) Extenso	4
	(T) Total	8
	(T) Crítico	4
MO: MOMENTO	(L) Largo Plazo	1
	(M) Mediano Plazo	2
	(I) Inmediato	4
	(C) Crítico	4

PE: PERSISTENCIA	(F) Fugaz	1
	(T) Temporal	2
	(P) Permanente	4
RV: REVERSIBILIDAD	(C) Corto Plazo	1
	(M) Medio Plazo	2
	(I) Irreversible	4
SI: SINERGISMO	(SS) Sin Sinergismo	1
	(S) Sinérgico	2
	(MS) Muy Sinérgico	4
AC: ACUMULACIÓN	(S) Simple	1
	(A) Acumulativo	4
PR: PERIODICIDAD	(I)Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	(P)Periódico	2
	(C) Continuo	4
RE: RECUPERABILIDAD	(In) De Manera Inmediata	1
	(MP) A mediano Plazo	2
	(M) Mitigable	4
	(I) Irrecuperable	8
I: IMPORTANCIA	Irrelevante	<25
	Moderado	25 a 50
	Severo	50 a 75
	Crítico	>75

De esta tabla se desprenden los valores que se asignan a cada una de las variables, el resultado de la estimación puede ser considerado como la importancia del impacto y para determinar el alcance del mismo se puede utilizar los siguientes criterios:

Naturaleza (NA). - El signo del impacto hace alusión al carácter de benéfico (+) o adverso (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (I). – Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el (1) una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX). – Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su degradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

Momento (MO). – El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que trascurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Los valores asignados son los siguientes: (4) para cuando el tiempo transcurrido sea nulo (momento inmediato) o cuando sea menor de 1 año (corto plazo); (2) cuando el período de tiempo va de 1 a 5 años (medio plazo), y (1) cuando el efecto tarde más de 5 años en manifestarse (largo plazo). Si, como en el caso anterior, concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE). – Se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera como permanente asignándole un valor de (4).

Reversibilidad (RV). – Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el corto plazo (1); entre uno y diez años se considera el medio plazo (2), y se superan los diez años se considera irreversible (4).

Sinergia (SI). – Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples; No sinérgico (1), Sinérgico (2), muy sinérgico (4).

Acumulación (AC). – Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el efecto es acumulativo (2).

Periodicidad (PE). – Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser continuo (4), periódico (2), o irregular (1).

Efecto (EF). – Puede ser directa o indirecta: es directa (4) si la acción misma la que origina el efecto, mientras que es indirecta (1) si es otro efecto de la acción, la que la origina, es importante considerar que existe una interdependencia en el medio natural de un factor sobre otro.

Recuperabilidad (RE). - Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la reversibilidad se refiere a la reconstrucción por medios naturales) y puede ser de Manera Inmediata con valor de (1), a mediano plazo (2), mitigable (4) e irrecuperable (8).

Los elementos de la matriz de importancia identifican la importancia (I) del impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad (A) sobre un factor ambiental considerado (F).

En esta etapa de la valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como Importancia del Impacto o Índice de Incidencia, la calificación obtenida por puntaje se .

Tabla 5. 6 Criterios para interpretar el valor de la Importancia de un impacto.

Importancia del impacto	Puntaje
Irrelevante o compatible	13 ≤ 24
Moderado	25 ≤ 50
Severo	51 ≤ 75
Crítico	76 ≤ 100

La Importancia del impacto o índice de incidencia, la definimos como la herramienta mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a la vez a la serie de atributos de tipo cualitativo como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Una vez realizada la evaluación de los impactos ambientales, es posible clasificarlos por los tipos siguientes, con la finalidad de tener las variables necesarias que indiquen el impacto ambiental real del proyecto en el sitio donde se desarrollará, los tipos de impacto se definen de acuerdo a lo expresado en la LGEEPA:

- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

5. 3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las metodologías descritas, expuestos en el mismo orden, iniciando por la matriz de interacción entre componentes ambientales y actividades a desarrollar:

Como se puede observar en la construcción de la matriz de interacción se consideraron la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa del proyecto en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental, fue posible la identificación de 169 interacciones distribuidas entre el medio natural, social y económico, las cuales sucederán a lo largo de las diferentes etapas del proyecto, como se aprecia en la matriz a continuación.

Tabla 5. 7 Matriz de identificación de impactos

Componentes ambientales	Etapa	Preparación del sitio				Construcción										Operación y mantenimiento	
	Actividad	Instalación de obras	Desmonte	Despalme	Acarreos y operación	Excavaciones	Colado de caballetes y pila	Montaje de trabes	Losas y diafragma	Parapetos	Terraplenes	Pavimentación	Obra complementaria	Señalamientos	Limpieza general y retiro de maquinaria	Tránsito vehicular	Actividades de mantenimiento y limpieza
Atmósfera	Emisiones gases	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ruido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Partículas sólidas	-		-	-	-	-				-		-		-		-
Clima	Almacenamiento de CO_2		-	-		-											
	Microclima		-	-								-					
Geomorfología	Relieve		-	-		-					-						
Suelo	Composición				-		-				-	-	-				-
	Erosión	-	-	-		-			-		-	+	+				
	Permeabilidad	-	-	-	-	-					-	-	-		+		
Agua	Cálidad			-	-	-	-				-	+	-				+
	Flujo					-	-	-				+					+
	Sedimentos		-	-		-	-				-						-
Flora	Distribución	-	-	-													
	Tablas de vida	-	-	-													
Fauna	Hábitat	-	-	-		-											
	Acuática					-	-										+
Ecosistemas	Conectividad	-		-		-			-								+
	Servicios ambientales		-	-													
Paisaje	Cálidad escénica	-	-	-											+		
	Generación de residuos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Social	Movilidad					-		-	-			-				+	+
	Riesgo de accidentes					-	-	-	-	-	-	-		+			+
Económico	Empleo temporal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Accesibilidad			-												+	+

En este ejercicio se identificaron 176 interacciones, de las cuales la mayor parte son de naturaleza negativa (149) y se concentran, tanto en las primeras actividades del proyecto y en los componentes del medio abiótico, invirtiéndose la tendencia al llegar al final del proyecto y concentrándose los impactos positivos (27) en los componentes sociales y económicos.

En la gráfica a continuación se indican las proporciones de naturalezas en el total de las interacciones, es decir, impactos identificados.

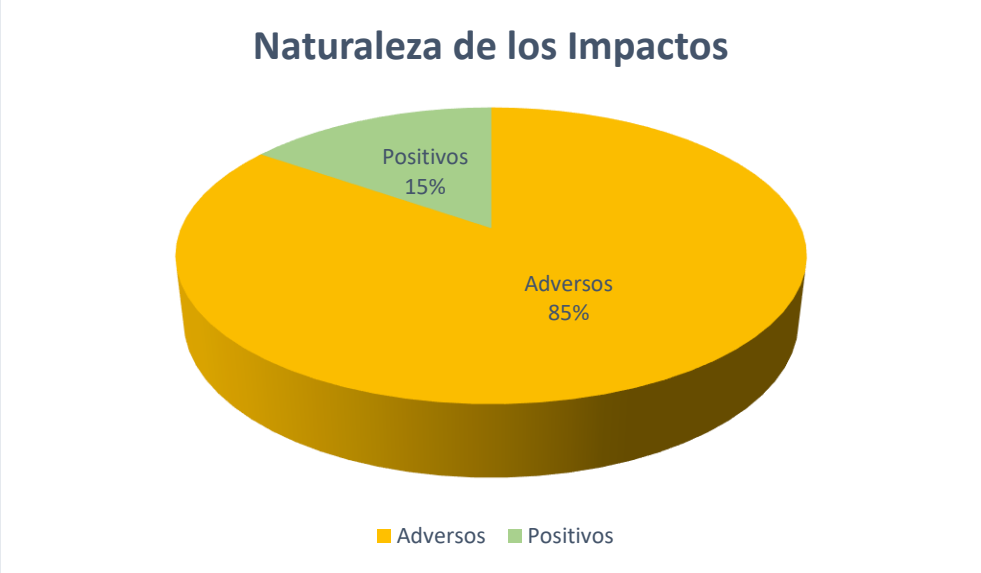


Figura 5. 3 Proporciones de la naturaleza de los impactos identificados.

El siguiente paso de acuerdo a la metodología es la caracterización de cada impacto identificado, es decir de acuerdo a la información obtenida, tanto de la zona de influencia directa, como del SA, y las características del proyecto, se le confiere una magnitud de dos posibles en cada naturaleza, diferenciándose con el epíteto "significativo" en cada sentido, con este paso se delimita el impacto general y el residual del proyecto.

A continuación, se exponen la matriz resultante y los resultados que se derivan de ella.

Tabla 5. 8 Matriz de caracterización de impactos.

Componentes ambientales	Etapa	Preparación del sitio				Construcción										Op. y mantenimiento		Impactos				
	Actividad	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme	Acarreos y operación maquinaria	Excavaciones	Colado de caballetes y pila	Montaje de trabes	Losas y diafragma	Parapetos	Terraplenes	Pavimentación	Obra complementaria	Señalamientos	Limpieza general y salida del sitio	Tránsito vehicular	Actividades de mantenimiento y limpieza	a: Adversos no significativos	A: Adversos significativos	b: Benéficos no significativos	B: Benéficos significativos	m: Mitigables
Atmósfera	Emisiones gases	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a	16	0	0	0	15
	Ruido	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a	a	16	0	0	0	14
	Partículas sólidas	a_m		a_m	a_m	a_m	a_m				a_m		a_m		a_m		a	9	0	0	0	8
Clima	Almacenamiento de CO_2		a	a		a												3	0	0	0	13
	Microclima		a	a								a						3	0	0	0	0
Geomorfología	Relieve		a	a		a					A							3	1	0	0	0
Suelo	Composición	a	A	A														1	2	0	0	0
	Erosión	a	a	a							a_m							4	0	0	0	1
	Permeabilidad	a	a	a		a												4	0	0	0	0
Agua	Cálidad	a	a	a		a			a								b	5	0	1	0	0
	Flujo					a									b			1	0	1	0	0
	Sedimentos		a	a		a												3	0	0	0	0
Flora	Distribución	a	A	a														2	1	0	0	0
	Tablas de vida	a	A	a														2	1	0	0	0
Fauna	Hábitat	a	A	A		a_m												2	2	0	0	1
	Acuática					a_m	a_m									B		2	0	0	1	2
Ecosistemas	Conectividad	a	a	a_m		a_m									b	b		4	0	2	0	2
	Servicios ambientales		a	a														2	0	0	0	0
Paisaje	Cálidad escénica	a	a	a											b			3	0	1	0	0
	Generación de residuos	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a	a	16	0	0	0	14
Social	Movilidad					a_m	a_m		a_m	a_m		a_m				B	b	5	0	1	1	5
	Riesgo de accidentes	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m	a_m		B	b	13	0	1	1	13
Económico	Empleo temporal		b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b			0	0	13	0	0
	Accesibilidad			a_m												B	b	0	0	1	1	1
a: Adversos no significativos		14	14	17	5	15	7	4	6	5	6	6	5	4	4	3	4	**119**				
A: Adversos significativos		0	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		**7**			
b: Benéficos no significativos		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4			**21**		
B: Benéficos significativos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0				**4**	
m: Mitigables		5	4	7	5	9	7	4	5	5	6	5	5	4	4	1	0					**89**

Este proceso de identificación en la matriz muestra que, del total de impactos, 126 son de carácter adverso o negativo y 25 de carácter benéfico o positivo , de los impactos adversos, el 62% equivalente a 89 impactos serán

impactos mitigables. En la siguiente figura se presentan gráficamente el número de impactos por etapa de proyecto del puente vehicular "Guevea de Humboldt".

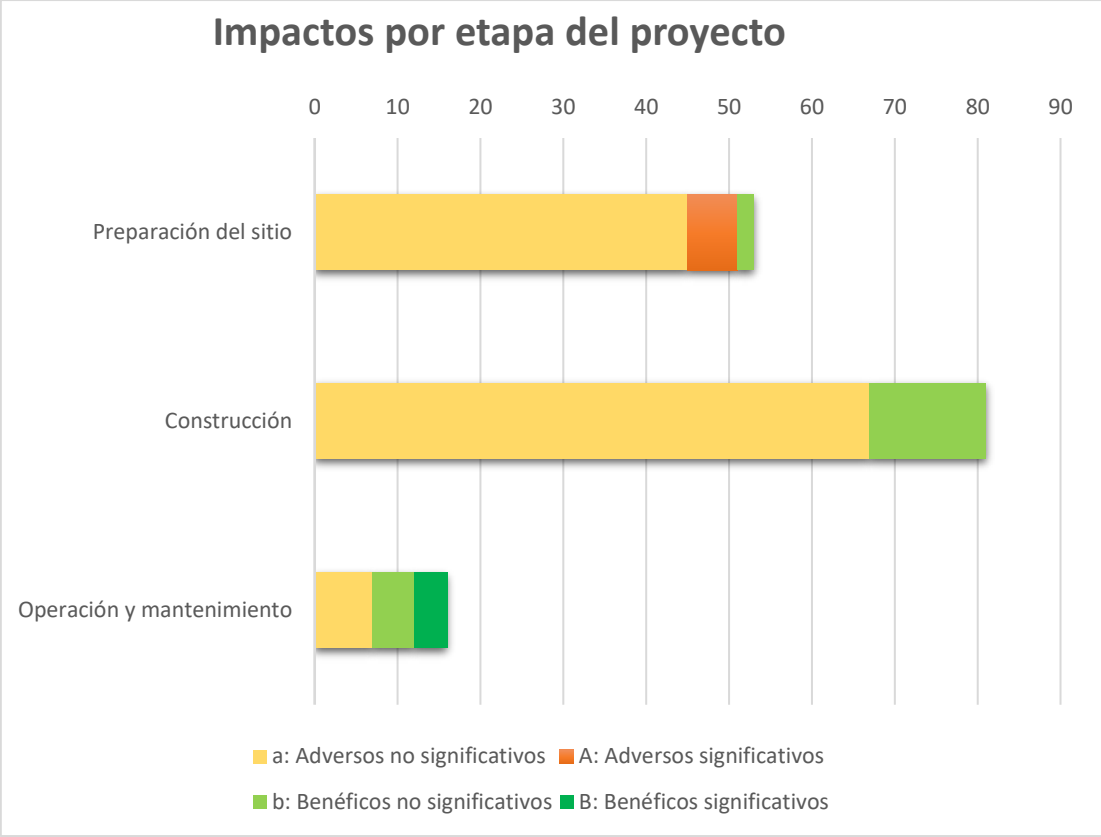


Figura 5. 4 Presencia de impactos por etapa del proyecto

En la primera etapa denominada como "Preparación del sitio" la mayor parte de los impactos identificados 45 de un total de 51, se califican como adversos no significativos y 6 como adversos significativos, contrastando con 2 impactos calificados como benéficos. La actividad que generara el mayor número de impactos adversos es la de despalme, con un total de 19 impactos adversos, 17 de los cuales serían adversos simples y 2 adversos significativos, sin embargo, un porcentaje considerable de los mismos podrán mitigarse en casi su totalidad, por lo que se espera el impacto final del proyecto sea absorbido por la zona en el mediano plazo.

Durante la etapa de construcción, es cuando se genera el mayor número de impactos, con un total de 81, de los cuales 67 son adversos no significativos y 14 impactos positivos.
Referente a la etapa de operación y mantenimiento, en esta se presentan la mayor cantidad de impactos benéficos significativos relacionados a aspectos socioeconómicos.

En cuanto a los componentes ambientales, estos se agruparon en 3 medios de acuerdo al origen de los mismos, estos son el medio abiótico en el que se encuentran los componentes ambientales inorgánicos, y que se corresponden a características geofísicas del área, como es el suelo, atmósfera, clima, etc.; en el medio biótico se

agruparon los componentes de origen orgánico que modelan al área, estos son la flora, fauna, ecosistemas, finalmente en el medio socioeconómico se encuentran los componentes ambientales en los que la actividad humana forma parte sustancial en su desarrollo, como es el paisaje, la movilidad, accesibilidad, empleos, etc.

La incidencia de los impactos en estos medios se observa en la gráfica a continuación.

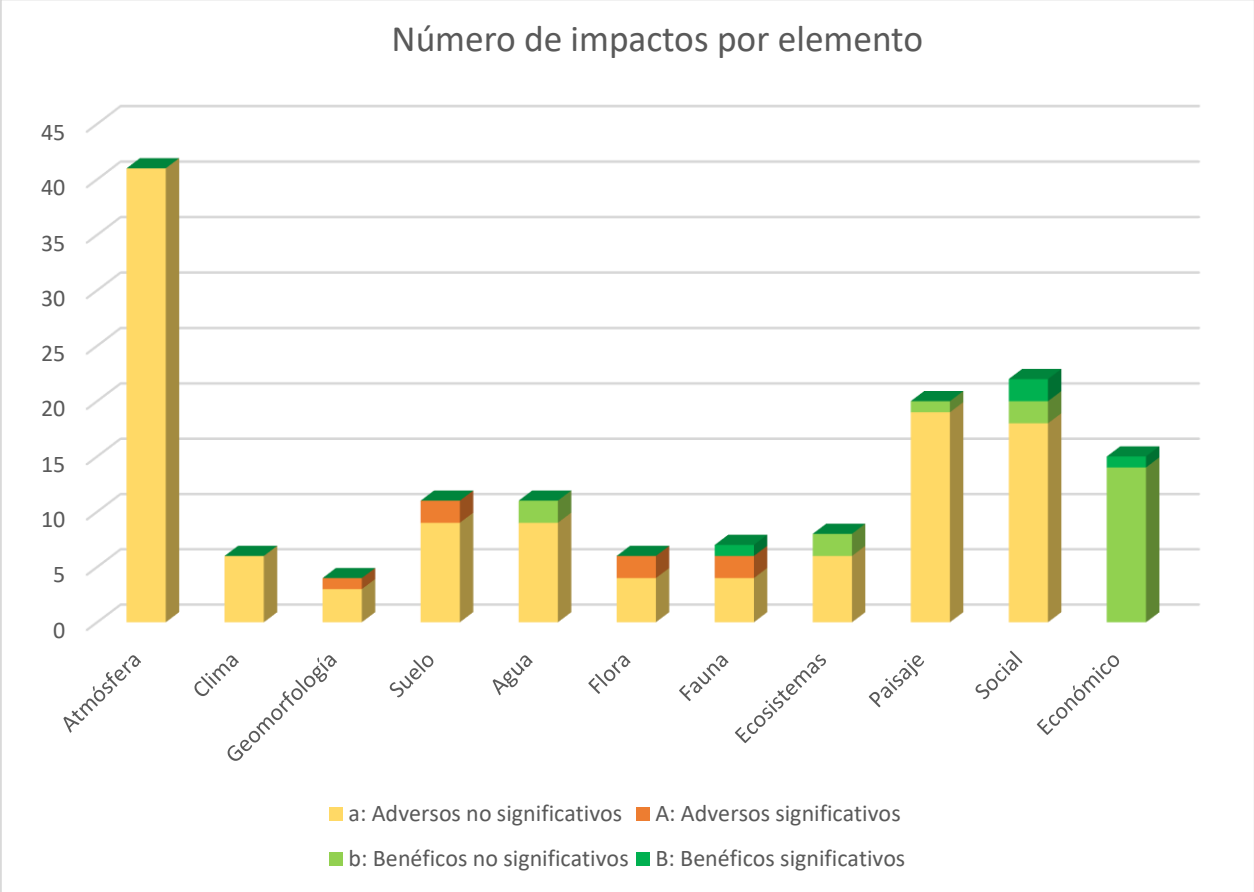


Figura 5. 5 Presencia de impactos por medio.

En la gráfica anterior se aprecia que el mayor número de impactos negativos, principalmente adversos simples, se presentará en los componentes ambientales del medio abiótico, , mientras que los Adversos significativos en suelo, flora y fauna. Caso contrario sería en el medio socioeconómico que recibiría el mayor número de impactos positivos, principalmente en lo referente a la generación de empleos en todas las etapas de las diferentes etapas del proyecto y la mejora significativa en cuanto a la accesibilidad en la zona.

Evaluación de los impactos:

El proceso de evaluación de los impactos identificados, se realizó conforme a la metodología detallada anteriormente, indicando si se trata de un impacto residual, acumulativo o significativo.

Tabla 5. 9 Matriz de evaluación de impactos.

	Actividad	Valoración	Impacto	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	PR	EF	I
ATMÓSFERA	Todas las actividades	Adverso mitigable	**Aumento en el nivel de partículas suspendidas M10 y partículas PM2.5 (polvos):** debido a que las actividades implican la remoción de elementos naturales y de construcción se espera que se genere la suspensión de polvos y diversas partículas sólidas en el área, mismas que volverán a los niveles habituales al finalizar las actividades; por lo que se califican a estos impactos como no significativos y que sus efectos dejaran de percibirse en el corto plazo.	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-19
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Todas las actividades	Adverso mitigable	**Emisión de ruidos:** Debido a la presencia de trabajadores, así como la operación de la maquinaría y vehículos en la zona se espera un aumento en diferentes magnitudes de ruido en la zona, debido a que es un efecto temporal y que se espera los niveles regresen a sus niveles habituales al finalizar el proyecto y salgan de la zona las fuentes emisoras, se califica como un impacto no significativo.	-1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	4	-19
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Todas las actividades	Adverso mitigable/no mitigable	**Generación de emisiones.** El desarrollo de las actividades que involucren el empleo de maquinaría o vehículos generan un incremento en el nivel de emisiones de gases producto de la combustión interna de los camiones durante las primeras etapas del proyecto, volviendo a los niveles habituales al finalizar las actividades y salir de la zona todos los automotores relacionados en el proyecto. Siendo la excepción las gases emitidas por los usuarios de la estructura y las que implican equipo que no se someta a verificaciones, como son desbrozadoras.	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
CLIMA	Desmonte y despalme	Adverso significativo mitigable	Almacenamiento de CO_2. El retiro de la vegetación y capa orgánica del suelo implica la pérdida de del carbono almacenado, por lo que se considera un impacto significativo y mitigable con el programa de restauración forestal.	-1	2	1	4	1	2	2	2	4	1	4	-29
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Excavaciones y cimentación	Adverso mitigable	Almacenamiento de CO_2. La actividad requiere la remoción de sustrato, implicando que se libere el CO_2 almacenado, debido a que no se requiere la remoción de grandes volúmenes, se califica como no significativo y mitigable ya que la reforestación planteada será 5:1.	-1	1	1	2	1	2	1	2	4	1	4	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO	

	Desmonte y despalme.	Adverso mitigable	Microclima. El retiro de vegetación y remoción del horizonte orgánico del sustrato, incrementará de forma no significativa la sensación de calor en el área de influencia directa del proyecto.	-1	1	1	4	1	2	1	2	4	1	2	-20
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
GEOMORFOLOGÍA	**Excavaciones y cimentación**	Adverso no mitigable	Alteración al relieve. Las excavaciones que permanecerán en la zona por toda la vida útil del proyecto por lo que se califica como un impacto significativo y residual Alteración al relieve. Las excavaciones que permanecerán en la zona por toda la vida útil del proyecto por lo que se califica por la superficie como un impacto poco significativo pero residual.	-1	1	1	4	4	1	1	2	4	1	1	-23
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Construcción de terraplenes	Adverso no mitigable	Alteración al relieve. El desarrollo de la actividad generará alteraciones al relieve de la zona de los terraplenes, mismas que permanecerán en la zona por toda la vida útil del proyecto por lo que se califica como un impacto significativo y residual	-1	1	1	4	4	1	1	2	4	1	1	-23
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
SUELO	**Acarreos y operación de maquinaria**	Adverso mitigable	Composición. El tránsito de vehículos implica el riesgo de derrames accidentales de aceite y combustible alterando de forma permanente su composición.	-1	1	1	4	4	1	1	2	4	2	1	-24
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Excavaciones y cimentación	Adverso no mitigable	Composición. La actividad implica el vertido de materiales de construcción, así como estructuras de soporte al interior del sustrato por lo que el impacto no puede mitigarse.	-1	1	1	4	4	4	1	2	4	1	4	-29
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Construcción de terraplenes	Adverso no mitigable	Composición. La actividad implica la adición de materiales de construcción en la zona de los terraplenes.	-1	1	1	4	4	4	1	2	4	1	4	-29
				Residual			SI		Acumulativo					NO	
	Obras complementarias	Adverso no mitigable	Composición. Para la construcción de estas estructuras se requiere el vertido de materiales de construcción por lo que la composición del sustrato de forma permanente.	-1	1	1	4	4	1	1	2	4	1	1	-23
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Pavimentación	Adverso mitigable	Composición. La actividad implica la adición de materiales de construcción en la zona de la superficie de rodamiento.	-1	1	1	4	4	1	1	2	4	1	1	-23
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Desmonte y despalme	Adverso no mitigable	Permeabilidad. El retiro de la red subterránea de raíces implicara cambios significativos en la permeabilidad del suelo en la zona de influencia directa.	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-19
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Acarreos y operación de maquinaria	Adverso mitigable	Permeabilidad. Debido a que serán zonas muy transitadas tanto por operarios como por maquinaria, se espera la compactación de la zona provocando una alteración a la permeabilidad del suelo. Misma que debe de corregirse por medios mecánicos al finalizar el proyecto, el impacto se califica como no significativo, residual y acumulativo.	-1	1	1	4	1	2	2	1	1	1	4	-21
				Residual			NO		Acumulativo					NO	

	Obras complementarias	Adverso no mitigable	Permeabilidad. Para la construcción de las obras complementarias se requiere remover parte del sustrato, compactar y sustituir por materiales de construcción, por lo que la permeabilidad será alterada de forma permanente en la zona de influencia directa.	-1	1	1	4	4	1	1	1	4	1	2	-23
				Residual			SI		Acumulativo					SI		
	Pavimentación	Adverso no mitigable	Permeabilidad. Esta actividad cambia de forma permanente las características del sustrato de forma de permanente.	-1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	4	-24
				Residual			SI		Acumulativo					SI		
	Retiro de maquinaria	Benéfico	Permeabilidad. Esta actividad evitara que la zona siga siendo compactada por la operación y desplazamientos de la maquinaria.	1	1	1	4	4	1	1	2	4	2	1	24
				Residual			SI		Acumulativo					SI		
	Instalación de obras provisionales	Adverso mitigable	Erosión El retiro de la vegetación, así como el tránsito de vehículos, maquinaria y personal, acelerará la erosión superficial de esas áreas.	-1	1	1	4	2	1	1	2	1	2	4	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO		
	Desmonte y despalme	Adverso mitigable	Erosión. El retiro de la vegetación, de la capa superficial de sustrato y otros elementos de los polígonos de afectación puede acelerar el proceso erosivo, en las zonas de influencia directa. expuestas las zonas a la erosión por acción de los elementos.	-1	1	1	4	1	2	2	1	4	1	1	-21
				Residual			SI		Acumulativo					SI		
	Excavaciones y cimentación	Adverso mitigable	Erosión. La actividad requiere la manipulación del sustrato, así como su retiro del área para dar cabida a las estructuras del puente.	-1	1	1	4	2	2	2	2	4	1	2	-24
				Residual			NO		Acumulativo					NO		
	Obras complementarias	Benéfico	Erosión. Estas obras protegerán al sustrato de la erosión, además de canalizar el agua de lluvia para evitar que erosione el terreno, por lo que se considera un impacto benéfico.	1	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	23
				Residual			SI		Acumulativo					NO		
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
AGUA	**Desmonte y despalme**	Adverso mitigable	Calidad. Debido a las características del terreno, existe la posibilidad de que caiga sustrato o restos de vegetación al área del cauce alterando la calidad del recurso si se realiza la actividad en época de lluvias.	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-19
				Residual			NO		Acumulativo					NO		
	Excavaciones y cimentación	Adverso significativo mitigable	Calidad. La actividad implica remoción del sustrato del cauce, así como el vertido del material destinado a la construcción para la subestructura, el cual podría dispersarse alterando la calidad del recurso hídrico del río, debido a los volúmenes empleados se calificó como un impacto significativo.	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	4	4	-27
				Residual			NO		Acumulativo					NO		
	Construcción de terraplenes	Adverso mitigable	Calidad. Alteración de la calidad del agua y cambio de pH por posible vertido de residuos especiales por el desarrollo de actividades que contemplan el manejo de materiales de construcción durante el zampeado y la construcción de los terraplenes.	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-19
				Residual			NO		Acumulativo					NO		
	Cunetas	Benéfico	Calidad. Estas estructuras permitirán que se recupere el recurso hídrico de la superficie de rodamiento canalizándolo al cauce principal.	1	1	1	2	2	2	2	1	4	2	4	24
				Residual			SI		Acumulativo					NO		
	Pavimentación			-1	1	1	4	2	2	1	2	4	2	1	-24

		Adverso mitigable	Calidad. Existe la posibilidad de que partes del material de construcción de la carpeta caigan al cauce, alterando su calidad.	Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Benéfico	Calidad. Las actividades de mantenimiento pueden mantener las condiciones originales de la estructura y sus partes por más tiempo beneficiando con ello la calidad del recurso.	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	4	20
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Excavaciones y cimentación	Adverso no mitigable	Flujo. La presencia de estas estructuras podría entorpecer el flujo del cauce si se construyen de forma diferente a la especificada en el proyecto geométrico.	-1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	-20
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Losas y diafragma	Adverso no mitigable	Flujo. La actividad requiere la operación de maquinaria.	-1	1	1	4	2	2	1	2	4	2	1	-24
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Desmonte y despalme	Adverso mitigable	Sedimentos. Debido al retiro de la vegetación, se eliminan los retenedores de sedimentos del área de influencia directa del proyecto, debido a las dimensiones del área a desmontar con respecto al tamaño de la microcuenca se califica como un impacto no significativo y residual.	-1	1	1	4	4	1	1	2	1	1	1	-20
				Residual			SI		Acumulativo					SI			
	Excavaciones y cimentación	Adverso significativo mitigable	Sedimentos. La actividad implica el movimiento del sustrato y materiales de construcción, existiendo el riesgo de que caigan en al cauce aumentando el nivel de sedimentos de forma temporal.	-1	1	2	4	2	2	2	2	4	2	2	-27
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Colado de pila	Adverso mitigable	Sedimentos. La actividad implica el manejo de materiales de construcción, y de ocurrir un derrame accidental, implica un aumento de sedimentos.	-1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Construcción de terraplenes	Adverso mitigable	Sedimentos la erosión del material de los terraplenes y con ello la posibilidad de incrementar el nivel de sedimentos en el cauce.	-1	1	1	4	4	2	1	2	1	1	4	-24
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Benéfico	Sedimentos. El mantenimiento de la estructura permitirá eliminar cualquier acumulación de sedimentos alrededor de la estructura.	1	1	1	2	2	2	2	2	4	2	2	23
				Residual			SI		Acumulativo					NO			
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
FLORA	**Instalación de obras provisionales**	Adverso mitigable	Distribución. Las zonas propuestas para el establecimiento de estas obras tienen una cobertura vegetal, aunque no arbórea, sin embargo, se espera que esta vegetación arbustiva y herbácea sea desplazada de forma temporal.	-1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO			
	Desmonte	Adverso significativo mitigable	Distribución. Se eliminarán 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas.	-1	1	2	4	4	2	2	2	4	1	4	-30
				Residual			NO		Acumulativo					SI			
	Desmonte y despalme	Adverso mitigable	Alteración a las tablas de vida. Afectación permanente a la vegetación riparia y zonas con vegetación ruderal afectará la proporción de adultos y renuevos en la zona.	-1	1	1	4	2	1	1	2	4	1	4	-24
				Residual			NO		Acumulativo					SI			
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**		**SI**	**AC**	**PR**	**RE**	**I**

FAUNA	Instalación de obras provisionales	Adverso mitigable	Alteración al hábitat: la habilitación del espacio para su uso durante el desarrollo del proyecto alterará las condiciones para la fauna silvestre.	-1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Desmonte y despalme	Adverso significativo mitigable	Alteración al hábitat: el retiro de la vegetación implica una alteración significativa para la fauna silvestre al perder sus fuentes de recursos y no tener espacios donde esconderse.	-1	1	2	4	2	4	1	2	4	1	4	-29
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	limpieza	Benéfico	Alteración al hábitat. El retiro de todos materiales ajenos será benéfico para que la fauna local recuperé su distribución habitual.	1	1	1	4	1	2	2	1	4	1	4	24
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Excavaciones, colado de pila	Adverso mitigable	Fauna acuática. La actividad requiere el empleo de maquinaria con lo que la fauna acuática puede verse afectados.	-1	1	1	4	1	2	2	2	4	1	4	-26
				Residual			SI		Acumulativo					NO	
ECOSISTEMAS	Instalación de obras provisionales	Adverso mitigable	Conectividad. El desarrollo de la actividad implicará la presencia de personal y la operación de maquinaria, con lo que se impactará a diversos componentes al mismo tiempo.	-1	1	1	4	1	2	2	2	2	1	4	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Desmonte y despalme	Adverso significativo mitigable	Conectividad. El retiro de la cubierta vegetal altera no solo a la vegetación sino a los procesos ecológicos en la zona.	-1	4	1	4	1	2	2	2	4	1	4	-28
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Limpieza general y retiro de maquinaria	Benéfico	Conectividad. El retiro de todos los elementos extraños en la zona, permitirá que esta vuelva a un estado similar al previo al proyecto.	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	24
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Desmonte y despalme	Adverso significativo mitigable	Servicios ambientales. Los servicios que presta la flora silvestre y la capa orgánica del suelo afectan a todos los procesos ecológicos en la zona, por lo que su desplazamiento es un impacto significativo.	-1	2	1	4	1	2	2	2	1	1	4	-25
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
PAISAJE	Instalación de obras provisionales	Adverso no mitigable	Calidad escénica. La construcción de estructuras ajenas a la zona alterará la escena local de forma temporal.	-1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	-22
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Desmonte y despalme	Adverso no mitigable	Calidad escénica. El retiro de los elementos originales de la zona, alterará la calidad escénica, debido a que se afectaran elementos que son cotidianos para los usuarios se espera que el impacto generado sea significativo.	-1	1	1	4	4	1	2	1	1	1	4	-23
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Limpieza general y salida del sitio	Benéfico	Calidad escénica, el retiro de elementos ajenos a la zona, así como el desarrollo de actividades encaminadas a que las zonas recobren su estado previo aumentan la calidad paisajística de la zona.	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	4	21
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Todas las actividades	Adverso mitigable	Generación de residuos. Debido al empleo de vehículos para los diferentes traslados y la maquinaria para el desarrollo de las actividades, existe la posibilidad de que ocurra un accidente y se derrame combustible o aceites en caminos, áreas de almacén, frentes de trabajo, entre otras, al ser residuos peligrosos se considera imprescindible su confinación. Así la operación de los trabajadores, con el	-1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	1	-21
				Residual			NO		Acumulativo					NO	

			empleo de materiales de construcción durante las diferentes etapas del proyecto se espera la generación de residuos de diferentes naturalezas en la mayoría de las actividades, cuyo resguardo es importante para mitigar el impacto ambiental del mismo.													
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
SOCIAL	**Tránsito**	Benéfico significativo	Movilidad. El aumento del tránsito en la red de caminos locales dificultará la movilidad por ellos.	1	2	1	4	4	2	2	2	4	1	4	31
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Benéfico	Movilidad. La conservación de las características originales de la estructura es primordial para conservar los servicios que ésta provee, por lo que se considera un impacto benéfico y residual.	1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	22
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Señalamientos	Benéfico	Riesgo de accidentes. Estas estructuras evitaran confusiones o accidentes por exceso de velocidad.	1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	22
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Tránsito	Benéfico significativo	La superficie de rodamiento evita los accidentes por derrapes y asegura un viaje cómodo, rápido y con excelentes condiciones de seguridad por lo que se califica como un impacto significativo y residual.	1	2	1	4	4	2	2	2	4	1	4	31
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Benéfico	Riesgo de accidentes. Esta actividad permitirá la conservación de las condiciones originales de la estructura, extendiendo su vida útil y los beneficios que presta a la zona. Por lo que se califica como un impacto benéfico y residual.	1	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	22
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Actividad	**Valoración**	**Impacto**	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**PR**	**EF**	**I**
ECONÓMICO	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento**	**Benéfico**	Creación de empleo temporales durante el desarrollo de las actividades, beneficiará a la población local.	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	4	23
				Residual			NO		Acumulativo					SI	
	Actividades de preparación del sitio y construcción	**Adverso no mitigable**	La accesibilidad a la zona del proyecto se verá reducida durante esta actividad por la operación de maquinaría y operarios en la zona, el efecto será temporal.	-1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	4	-21
				Residual			NO		Acumulativo					NO	
	Tránsito	**Benéfico significativo**	Mejora de la accesibilidad a la zona. Con esta cubierta sobre la estructura se permitirá que los usuarios llegar de forma más fácil y rápido a sus destinos.	1	1	1	4	4	2	1	2	4	4	4	30
				Residual			SI		Acumulativo					SI	
	Limpieza general	**Benéfico**	Mejora de la accesibilidad a la zona: con el retiro de los elementos ajenos a la zona mejorara la accesibilidad al área, al eliminar obstáculos visuales en la zona de acceso al puente, la cual esta inmediatamente después de una curva.	1	1	1	4	2	2	1	2	4	4	1	26
				Residual			NO		Acumulativo					SI	
	Actividades mantenimiento y limpieza	**Benéfico significativo**	Mejora de la accesibilidad a la zona: El mantenimiento de la estructura permitirá conservar por más tiempo los beneficios de sus características originales.	1	2	2	4	4	2	1	2	4	1	4	34
				Residual			SI		Acumulativo					SI	

El valor de importancia como se mencionó en la metodología, es el valor numérico que alcanza un impacto determinado al ser evaluado por la batería de factores, esta evaluación permite diferenciar

los impactos que desaparecerán al poco tiempo o que el ecosistema puede absorber de los que serán permanentes o significarán un cambio sustancial en las condiciones actuales del entorno, a estos últimos se les denomina significativos y como se mencionó en la metodología su valor de Importancia es igual o mayor a 25.

De la matriz de importancia de impactos se elaboró la figura 5.6.

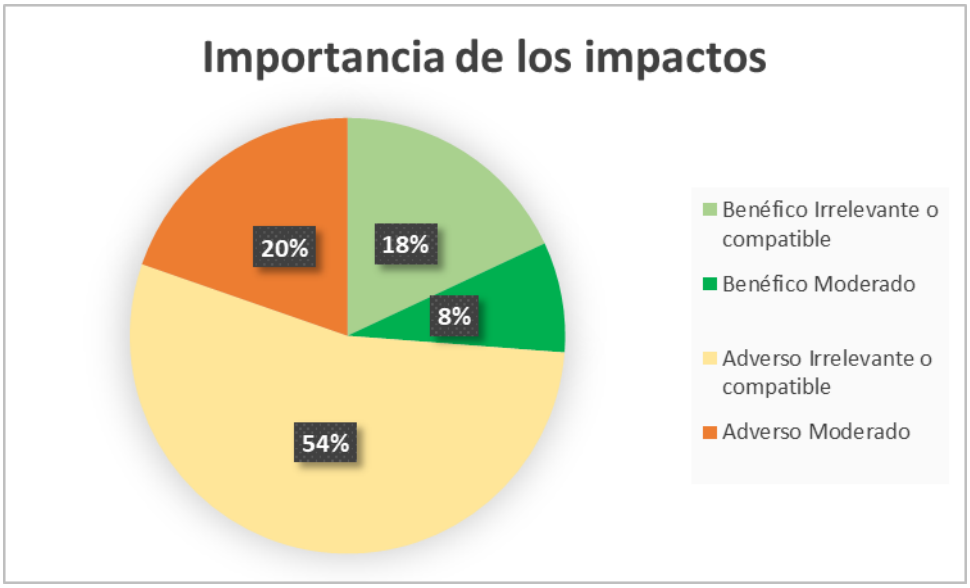


Figura 5. 6 Proporción de importancia de los impactos.

El mayor porcentaje de impactos, 54%, generados por el proyecto corresponde a impactos adversos irrelevantes o compatibles, seguidos por un 20% de impactos adversos moderados, no se infieren adversos críticos (0%). Los impactos benéficos irrelevantes representan el 18 %, de los cuales la mitad se encuentran en la categoría de moderados y la otra mitad en moderados.

La identificación de los impactos moderados permiten dirigir el diseño de las medidas de mitigación más apropiadas para que sean más afectivas y la calidad ambiental del área no se vea comprometida por el desarrollo del proyecto, al concentrar las medidas a desarrollar en los impactos con mayor alcance

5.3.1 Análisis integral.

En el análisis cuantitativo, donde se adjudica a cada impacto identificado, un valor numérico, que indica la importancia de su efecto en la zona del proyecto, y al que además se añade la categorización de los impactos en acumulativo y/o residual, en base a esta lectura es como se puede constatar el alcance que un impacto ambiental tendrá en la realidad y cuál de los efectos esperados tiene la mayor posibilidad de hacerse realidad una vez que el proyecto esté en construcción y operación, ya que estos cuatro caracteres resumen el proceso evaluativo descrito por Conesa Fernández-Vitora (2010) y que nos indican cuales impactos son los que deberán de tomarse con mayor

relevancia al momento de diseñar las medidas de mitigación correspondientes, siendo el más relevante de ellos la naturaleza, ya que nos indica el sentido del impacto, como se observa en la tabla a continuación.

Tabla 5. 10 Valores de caracterización y evaluación cuantitativa de los impactos ambientales en la segunda .

Importancia (valor nominal)	Naturaleza	Acumulativo	Residual
<25	+/-	SI/NO	SI/NO

La combinación de estos parámetros nos indica el efecto perceptible en el área a raíz de que ocurran los impactos, para este proyecto en particular se identificaron como significativos negativos los siguientes impactos:

- Generación de ruidos por vehículos, maquinaria y personal.
- Generación de polvos y partículas por polvos.
- Alteración en el almacenamiento de CO_2 por desmonte y despalme.
- Alteración al relieve por desmonte y despalme.
- Alteración de la composición del suelo por excavaciones y cimentaciones.
- Alteración de la composición del suelo por la construcción de terraplenes.
- Alteración de la calidad de agua por excavaciones y cimentaciones.
- Alteración de del flujo del cauce por el colado de la pila.
- Aumento de sedimentos por excavaciones y cimentación.
- Alteración de hábitat por desmonte y despalme.
- Alteración a la conectividad por desmonte y despalme.
- Alteración a los servicios ambientales por desmonte y despalme.

Los impactos significativos de naturaleza positiva se relacionan con los beneficios que se generarán en la zona con el desarrollo del proyecto, como mejoras a la movilidad por la construcción de la estructuras y que conlleva a una mejor accesibilidad y con menor riesgo de accidentes.

Impactos acumulativos.

Se define como impacto acumulativo a todo impacto que sume su efecto al de otros, por lo que la sinergia de los mismos será mayor a la acción en solitario. En este sentido los impactos acumulativos en sentido negativo resultado de este análisis, se refieran a la diminución de servicios ambientales por alteración de los componentes que los prestan como son las alteraciones en la composición, la estructura y permeabilidad del suelo, el aumento de sedimentos, alteración en la calidad del agua, los cambios en el relieve por la construcción de la estructura y los terraplenes necesarios para dar soporte al puente y que en conjunto pueden evidenciar un cambio significativo en el cuerpo de agua.

En cambios los impactos acumulativos de naturaleza positiva, se refieren a mejoras, de diferente magnitud las cuales se sumarán a lo largo del tiempo, como son la mejora en la movilidad de la población por la construcción de un puente que permita la continuidad del tránsito sin riesgos de accidentes y durante toda la temporada del año, aún en temporadas de lluvia.

Impactos Residuales

Se denomina a un impacto como residual, cuando sus efectos permanecen en el ambiente en donde se generó de forma permanente y a pesar de las medidas de mitigación diseñadas, su efecto prevalece, minimizado o no.

En este respecto en el presente proyecto se identificaron un total de 122 impactos con efecto adverso en los diferentes componentes ambientales, 106 de los cuales se calificaron poco significativos, por lo que se entiende que si bien sus efectos pueden ser visibles, será por poco tiempo, o que serán absorbidos por el ambiente o incorporados al general de la estructura por lo que no será perceptibles; considerándose que son los restantes 16, calificados con un nivel de significancia medio, denominados adversos significativos, los que configurarían los cambios en la zona, de los cuales, los efectos de 11 podrán ser minimizados por las diferentes actividades y programas ambientales, diseñados con ese fin, dos tendrán un efecto fugaz, es decir dejaran de manifestar sus efectos al terminar la actividad que los producen, como son el ruido y generación de gases por vehículos y maquinaria, por lo que el impacto residual significativo será producido por los 3 impactos restantes que se refieren a la alteración de la composición del sustrato y la conectividad ecológica.

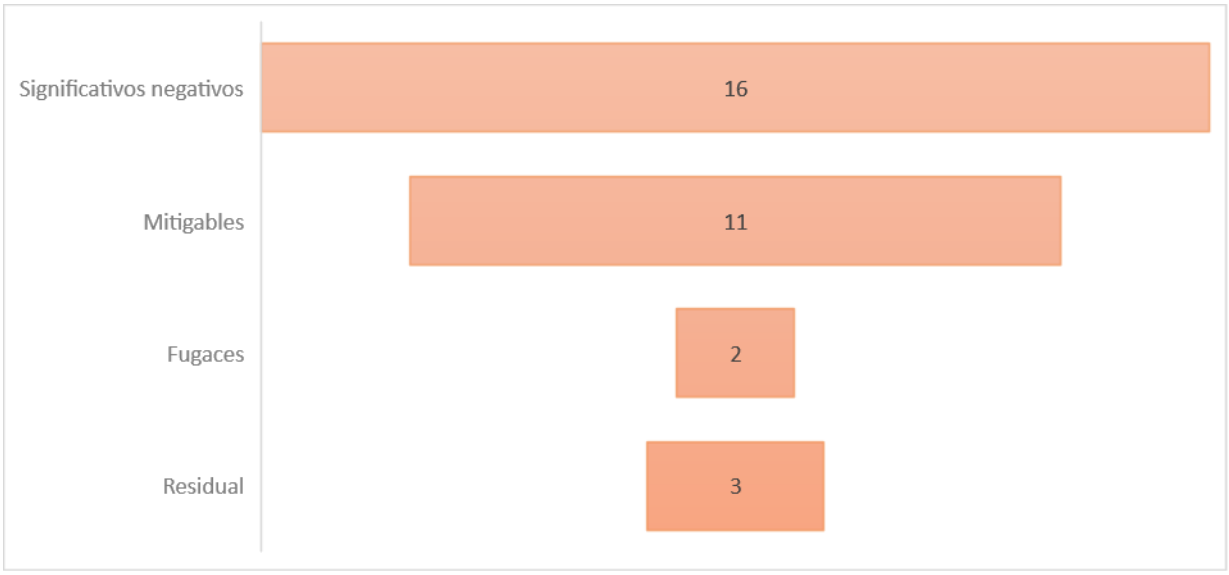


Figura 5. 7 impactos significativos negativos residuales.

Al respecto del resto de impactos negativos residuales, estos serán absorbidos por la zona, al formar parte de la nueva estructura o mitigados por los programas ambientales.

En cuanto a los impactos residuales de naturaleza positiva destacan los beneficios obtenidos con el desarrollo del proyecto como la movilidad de la población, entre otros, los cuales permanecerán durante la vida útil del proyecto ya que el puente aumentara significativamente la accesibilidad a la zona y la movilidad de personas y mercancías sin riesgo de accidentes.
Se espera que el resto de los impactos sean mitigados con el desarrollo de las diferentes medidas de mitigación ambiental propuestas en el capítulo 6.

Efectos esperados:

El conjunto de estos impactos, tanto los significativos, acumulativos y residuales, son los que al final se manifestaran en cambios perceptibles por los habitantes locales y usuarios de la estructura una vez finalizados, siendo estos efectos esperados, los siguientes.

- **Efecto esperado:** alteración no significativa al microclima local, debido al desplazamiento de la vegetación y el el desarrollo del proyecto en la zona de influencia directa del proyecto.
- **Efecto esperado:** la disminución de los servicios ambientales, como la retención de sedimentos, de crecidas atípicas de la corriente, presencia de madera disponible para uso de la población, o disminución de fuentes de recursos para la fauna silvestre local, entre otros, pueden ser alterados durante el desarrollo del proyecto será permanente, o pueden desminuir más, si no se aplican medidas de disminución, compensación y mitigación ambiental.
- **Efecto esperado:** alteración permanente del relieve y la pérdida total de sus características iniciales del sustrato del área de influencia directa, considerando en este efecto solo el área que no pertenece a la estructura actual.
- **Efecto esperado:** alteración en el área de distribución de las especies vegetales pertenecientes a Vegetación ruderal y riparia, por el empleo de la misma para el desarrollo del proyecto.
- **Efecto esperado:** alteración de la movilidad de fauna por el retiro de la vegetación.
- **Efecto esperado:** alteración de la composición del suelo en caso de derrame accidental de hidrocarburos.
- **Efecto esperado:** alteración de la calidad escénica por el desplazamiento de la vegetación..
- **Efecto esperado:** el arroyo Nisavia será beneficiado al evitarse el contacto de los automóviles con el cauce del mismo.
- **Efecto esperado: la** mejora significativa en la movilidad de la población y productos serán permanentes.
- **Efecto esperado:** las condiciones originales de la vialidad se mantendran y permitirán la correcta funcionalidad de la estructura.

Los beneficios del proyecto serán mantenidos y acumulados al conservarse las condiciones orginales del mismo durante el programa de mantenimiento.

Los efectos de los impactos adverso serán mitigados por las diferentes actividades propuestas y desarrolladas con ese fín en el capitulo 6 del presente estudio.

5. 4. CONCLUSIONES.

Cabe destacar, que él presente proyecto, además de cumplir el cometido de mejorar la comunicación vía terrestre, se busca disminuir el riesgo de accidentes y que la estructura sea empleada tanto por usuarios con automotores, como por usuarios a pie, con bicicleta u otros medios de transporte, siendo una característica de la zona, lo que se volvió una necesidad a cubrir con el proyecto, aunado al hecho de que se buscó emplear en el desarrollo de la nueva estructura una gran superficie empleada por la anterior con la finalidad de disminuir el impacto ambiental del mismo.

En el presente capítulo se analizaron todos los componentes ambientales a ser impactados, tanto de forma adversa como benéfica, partiendo del hecho que en la zona donde se desarrollará existen procesos de desplazamiento de vegetación y fauna silvestre así como procesos erosivos y de trasformación del territorio por el desarrollo de actividades económicas ajenas al proyecto, circunstancias que agudizan los efectos de los impactos ambientales identificados, dando pie a un ejercicio de evaluación en donde se considera que el efecto del impacto general del proyecto se puede amortiguar mediante medidas de prevención, disminución y mitigación ambiental al grado de que en el mediano plazo, el área de influencia directa se encuentre en un estado similar al actual, en la mayoría de sus componentes.

Se identificaron impactos residuales con naturaleza negativa, se consideró que los efectos de todos ellos se reducen en cambios al estado actual de los componentes ambientales y disminución de los servicios ambientales prestados por dichos componentes, como son el microclima, relieve, agua, vegetación, fauna y paisaje, los efectos no se esperan que sean críticos evitando que la zona alcance un nuevo punto de equilibrio ambiental por si sola; y si se considera el desarrollo de medidas de mitigación desarrolladas con éxito, el pronóstico mejora significativamente.

Por lo anterior y considerando el desarrollo de las diferentes actividades propuestas dentro del plan de obra, las características del proyecto planteado y las condiciones actuales del sistema ambiental en donde se realizará, se considera que el mismo **es viable ambientalmente** debido a que el mismo no generará nuevos procesos de deterioro en la zona toda vez que se trata de un paso para el cruce del arroyo Nisavía. Y de forma complementaria se desarrollarán medidas de mitigación ambiental que permitirán reducir el impacto negativo final del proyecto aquí planteado.

Referencias Consultadas

- Conesa Fernández-Vitora V. 2009. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. 800p.
- García Leyton L. A. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 260 pp.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, última reforma 16/01/2014. Recurso en línea: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf
- Leopold Matriz de. 1971. En Conesa Fernández-Vitora V. 2009. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. 80p.
- Justo Borrajo Sebastián. (1999). Efectos ambientales de la construcción de carreteras. http://www.carreteros.org/planificacion/1999/1999_7.pdf

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

2024 AÑO DE Felipe Carrillo PUERTO
BENEMÉRITO DEL PROLETARIADO, REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR DEL MAYAB

Puente vehicular “Guevea de Humboldt”, ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPITULO 6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos residuales del sistema regional.



CONTENIDO

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 276
6.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 276
6.2 TIPOS DE MEDIDAS POR ETAPA DEL PROYECTO 284
6.2.1 Medidas de mitigación en la preparación del sitio 284
6.2.2 Tipos de medidas de mitigación en la etapa de construcción 286
6.2.3 Tipos de medidas de mitigación en operación y mantenimiento 288
6.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 288
6.4 PLAN DE CONTINGENCIA 303
6.4.1 Prevención de accidentes 303
6.4.2 Incendios 303
6.4.3 Accidentes asociados al transporte de material de la obra 303
6.4.5 Accidentes asociados a derrames 304
6.5 FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZA 304
6.6. RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN DEL PMA. 305

Tabla 6. 1 Medidas de mitigación por elemento y etapa del proyecto 277
Tabla 6. 2 Especies sujetas a rescate en el área del proyecto 285
Tabla 6. 3 Especies propuestas para la Restauración forestal 286
Tabla 6. 4 Caracterización de las medidas de Mitigación 288
Tabla 6. 5 Costo de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental 305

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se presentan las medidas de mitigación diseñadas y propuestas para su evaluación con la finalidad de minimizar los impactos adversos identificados, evaluados y descritos en el capítulo 5.

Teniendo como base dicho análisis se definieron las medidas y estrategias de manejo más adecuadas a la naturaleza del proyecto, así como sus alcances para que permitan la prevención, mitigación y en dado caso la compensación de los efectos en el corto, mediano y largo plazo de los impactos ambientales mencionados.

Las mencionadas medidas y estrategias se plantean de forma integral en el llamado plan de manejo ambiental del proyecto, el cual se compone de programas, así como de las líneas estratégicas que agrupan a su vez las acciones a desarrollar, tanto por etapa como por componente ambiental.

6.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción XIII y XIV se consideran las siguientes definiciones:

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

XIV. Medidas de mitigación: 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 cualquiera de sus etapas.

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra "Mitigación" buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- **De Mitigación:** aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- **De Remediación**: acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- **De Compensación:** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- **De reducción:** disminuir o eliminar el impacto a través del tiempo por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento.

Las medidas que se sugieren son: a) Preventivas; b) Remediación; c) Compensación y d) Reducción

En la tabla 6.1 se muestra el listado de los impactos identificados en el capítulo 5 de este estudio, con la propuesta de medida de mitigación para disminuir el impacto ambiental a ocasionar por la construcción del: Puente vehicular "Guevea de Humboldlt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec.

Tabla 6. 1 Medidas de mitigación por elemento y etapa del proyecto

	Actividad	Impacto	I	Medida de mitigación
ATMÓSFERA	Todas las actividades	Aumento en el nivel de partículas suspendidas M10 y partículas PM2.5 (polvos): debido a que las actividades implican la remoción de elementos naturales y de construcción se espera que se genere la suspensión de polvos y diversas partículas sólidas en el área, mismas que volverán a los niveles habituales al finalizar las actividades.	-19	En las áreas donde se realizarán los terraplenes y construcción de terracerías se llevará a cabo riego periódico para disminuir la emisión de polvos.
	Todas las actividades	Emisión de ruidos: Debido a la presencia de trabajadores, así como la operación de la maquinaría y vehículos en la zona se espera un aumento en diferentes magnitudes de ruido en la zona, debido a que es un efecto temporal y que se espera los niveles regresen a sus niveles habituales al finalizar el proyecto	-19	No es mitigable, solamente preventivo. E proyecto del puente se localiza cercano a viviendas de Guevea, por lo tanto se definirán horarios de trabajo diurnos para no causar molestia a la población
	Todas las actividades	Generación de emisiones. El desarrollo de las actividades que involucren el empleo de maquinaría o vehículos generan un incremento en el nivel de emisiones de gases	-22	Se tendrá control de generación de gases GEI, producto de la combustión interna empleando modelos recientes de vehículos y maquinaria pesada, así como con verificación vehicular y realizando los servicios mecánicos requeridos. Es un impacto no mitigable en la etapa de operación del puente, por la generación de gases emitidos por los usuarios.
CLIMA	Desmonte, despalme, excavaciones, y cimentaciones.	Almacenamiento de CO_2. El retiro de la vegetación y capa orgánica del suelo implica la pérdida de del carbono almacenado.	-29	Se ejecutará el programa de restauración forestal en .5 ha utilizando plantas nativas.
	Desmonte y despalme.	Microclima. El retiro de vegetación y remoción del horizonte orgánico del sustrato, incrementará de forma no significativa la sensación de calor en el área de influencia directa del proyecto.	-20	Se propone el programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos. Además se considera que en los terraplenes se revegetarán lo que tendrá efectos positivos al microclima por el efecto sombra.

GEOMORFOLOGÍA	Excavaciones y cimentación	Alteración al relieve. Las excavaciones que permanecerán en la zona por toda la vida útil del proyecto por lo que se califica por la superficie como un impacto poco significativo pero residual.	-23	No es un impacto mitigable, sin embargo, el material resultado de las excavaciones será reutilizado para formación de terraplenes.
	Terraplenes	El desarrollo de la actividad generará alteraciones al relieve de la zona de los terraplenes, mismas que permanecerán en la zona por toda la vida útil del proyecto por lo que se califica como un impacto significativo y residual.	-23	No es un impacto mitigable, sin embargo, los taludes de terraplén deberán estabilizarse de acuerdo a la pendiente que marca el proyecto ejecutivo, además se considera el recubrimiento de taludes con malla y revegetación
SUELO	Acarreos y operación de maquinaria	Composición. El tránsito de vehículos implica el riesgo de derrames accidentales de aceite y combustible alterando de forma permanente su composición.	-24	Se cuenta con un plan emergente en el caso de derrames accidentales, el cual consiste en actuar inmediatamente retirando el suelo contaminado para evitar que los contaminantes se filtren más profundamente en el suelo o se dispersen hacia otras áreas, y utilizando aserrín para absorber y encapsular los residuos, posteriormente también se recoge el aserrín en costalillas. Una vez situado el suelo y residuos contaminados en un tambo con tapa y rotulado se procederá a su almacenamiento temporal hasta que sea transportado y dispuesto por una empresa autorizada.
	Excavaciones, cimentación, terraplenes, obras complementarias y pavimentación.	Composición. La actividad implica el riesgo de vertido accidental de materiales de construcción.	-29	Se prevendrá derrame de materiales en el sitio de construcción, en caso de suceder, se procederá a su levantamiento inmediato y remediación del sitio.
	Desmonte y despalme	Permeabilidad. El retiro de la red subterránea de raíces implicara cambios significativos en la permeabilidad del suelo en la zona de influencia directa.	-19	Se compensará el impacto con el programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos en una superficie de .5 ha, 5 a 1 lo afectado.
	Acarreos y operación de maquinaria	Permeabilidad. Debido a que serán zonas muy transitadas tanto por operarios como por maquinaria, se espera la compactación de la zona provocando una alteración a la permeabilidad del suelo. Misma que debe de corregirse por medios mecánicos al finalizar el proyecto, el impacto se califica como no significativo, residual y acumulativo.	-21	El camino de acceso será el existente (Guevea de Humboldt – Ixcuintepec), el mayor impacto de compactación y por lo tanto a la permeabilidad será en los terrenos destinados a las obras provisionales donde se instalará el patio de maquinaria y almacén, por lo que al finalizar los trabajos de construcción y al retirarse la maquinaria se procederá a la descompactación del suelo de manera uniforme mediante medios mecánicos.

	Obras complementarias y pavimentación	Permeabilidad. Para la construcción de las obras complementarias, el puente y los accesos se requiere remover parte del sustrato, compactar y sustituir por materiales de construcción, por lo que la permeabilidad será alterada de forma permanente en la superficie de rodamiento.	**-23**	No es un impacto mitigable, pero es un impacto menor considerando que se trata de un puente en operación e un camino tipo D pavimentado.
	Instalación de obras provisionales, acarreos y uso de maquinaria	Erosión El retiro de la vegetación, así como el tránsito de vehículos, maquinaria y personal, acelerará la erosión superficial de esas áreas.	**-22**	Al retirarse la maquinaria y desinstalarse las obras provisionales, se procederá a la descompactación, lo que mejorará la estructura del suelo, permitiendo el establecimiento de plantas herbáceas.
	Desmonte, despalme, excavaciones y cimentación	Erosión. El retiro de la vegetación, de la capa superficial de sustrato y otros elementos de los polígonos de afectación puede acelerar el proceso erosivo, en las zonas de influencia directa. expuestas las zonas a la erosión por acción de los elementos.	**-21**	En la línea de ceros el impacto no es mitigable, sin embargo se compensará con el programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos en una superficie de .5 ha
	Obras complementarias	Estas estructuras protegerán al sustrato de la erosión, además de canalizar el agua de lluvia para evitar que erosione el terreno, por lo que se considera un impacto benéfico.	**23**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
	Pavimentación	Erosión. La presencia del asfalto, que es impermeable protege al sustrato subyacente de la erosión por diversos elementos,	**24**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
AGUA	**Desmonte, despalme, excavaciones y cimentación**	Calidad. Debido a las características del terreno, existe la posibilidad de que caiga sustrato o restos de vegetación al área del cauce alterando la calidad del recurso si se realiza la actividad en época de lluvias.	**-19**	Se propone que la obra se realice en época de estiaje, es decir de los meses de noviembre a abril, así mismo la empresa contratista tendrá prohibido depositar material o cualquier residuo en el cauce del arroyo Nisavía.
	Construcción de terraplenes	Calidad. Alteración de la calidad del agua y cambio de pH por posible vertido de residuos especiales por el desarrollo de actividades que contemplan el manejo de materiales de construcción la construcción de los terraplenes.	**-19**	Se prohibirá la disposición de residuos especiales cerca del cauce o algún otro escurrimiento, así como no se permitirá el lavado de ollas en las corrientes cercanas, se deberá destinar un espacio para esta actividad desecando el producto para después retirarlo del sitio y disponerlo como residuo especial de la construcción. En caso de un vertimiento accidental se deberá proceder inmediatamente a retirarlos.

	Cuentas	Calidad. Estas estructuras permitirán que se recupere el recurso hídrico de la superficie de rodamiento canalizándolo al cauce principal.	**24**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
	Pavimentación	Calidad. Existe la posibilidad de que partes del material de construcción de la carpeta caigan al cauce, alterando su calidad.	**-24**	En caso de un vertimiento accidental se deberá proceder inmediatamente a retirarlos y remediar.
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Calidad. Las actividades de mantenimiento pueden mantener las condiciones originales de la estructura y sus partes por más tiempo beneficiando con ello la calidad del recurso.	**20**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
	Excavaciones y cimentación	Flujo. La presencia de estas estructuras podría entorpecer el flujo del cauce si se construyen de forma diferente a la especificada en el proyecto geométrico.	**-20**	De acuerdo al proyecto geométrico, la estructura está diseñada para no intervenir en el flujo del cauce, puesto que esto afectaría a la misma estructura en una venida extraordinaria.
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Flujo. El mantenimiento de la estructura permitirá que las características de la estructura se mantengan, permitiendo que el flujo de la corriente se mantenga sin alteraciones.	**23**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
	Desmonte y despalme	Sedimentos. Debido al retiro de la vegetación, se eliminan los retenedores de sedimentos del área a desmontar con respecto al tamaño de la microcuenca se califica como un impacto no significativo y residual.	**-20**	La vegetación a eliminar es mínima, puesto que se trata de un camino en operación, sin embargo, el suelo fértil producto del despalme será resguardado para después utilizarlo en las actividades de revegetación.
	Excavaciones y cimentación	Sedimentos. La actividad implica el movimiento del sustrato y materiales de construcción, existiendo el riesgo de que caigan en al cauce aumentando el nivel de sedimentos de forma temporal.	**-27**	El material producto de la excavación será utilizado para los cajones de los estribos, el material sobrante se utilizará en la elaboración de la carpeta, en la cimentación se retirará cualquier material sobrante.
	Colado de pila	Sedimentos. La actividad implica el manejo de materiales de construcción, y de ocurrir un derrame accidental, implica aporte de sedimentos.	**-22**	Se prohíbe la colocación de material o residuos en un sitio cercano al cauce del arroyo, en caso de caída accidental, el material de tamaño mayor podrá retirarse manualmente.
	Construcción de terraplenes	Sedimentos. La actividad implica el manejo de materiales , implica aporte de sedimentos.	**-24**	Sedimentos. El zampeado evitará la erosión del material de los terraplenes y con ello la posibilidad de incrementar el nivel de sedimentos en el cauce.

	Actividades de mantenimiento y limpieza	Sedimentos. El mantenimiento de la estructura permitirá eliminar cualquier acumulación de sedimentos alrededor de la estructura.	**23**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
FLORA	**Instalación de obras provisionales**	Distribución. Las zonas propuestas para el establecimiento de estas obras tienen una cobertura vegetal aunque no arbórea, sin embargo se espera que esta vegetación arbustiva y herbácea sea desplazada de forma temporal.	**-22**	Al retirarse la maquinaria y desmantelar las obras provisionales, se procederá a la descompactación del suelo para favorecer el establecimiento de herbáceas, igualmente se ejecutará el programa de restauración forestal, de suelo y cuerpos hídricos.
	Desmonte	Distribución y alteración a las tablas de vida, se eliminarán 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas.	**-30**	Se reforestará .5 ha con especies nativas, se proponen 8 especies, que fueron seleccionadas por su valor de importancia en el SA y se monitoreará durante dos años para garantizar el 80% de sobrevivencia.
	Desmonte y despalme	Alteración a las tablas de vida. Afectación permanente a la vegetación riparia y zonas con vegetación ruderal afectará la proporción de adultos y renuevos en la zona.	**-24**	Se ejecutará el programa de restauración forestal, de suelo y cuerpos hídricos, en una superficie de .5 ha, en una proporción de 5:1 del área afectada.
FAUNA	**Instalación de obras provisionales**	Alteración al hábitat: la habilitación del espacio para su uso durante el desarrollo del proyecto alterará las condiciones para la fauna silvestre.	**-22**	Se ejecutará el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, el cual incluye actividades para ahuyentar a la fauna o en su caso rescate y reubicación para fauna de baja movilidad.
	Desmonte y despalme	Alteración al hábitat: el retiro de la vegetación implica una alteración significativa para la fauna silvestre al perder sus fuentes de recursos y no tener espacios donde esconderse.	**-29**	Se realizará el desmonte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna. Se restituirá la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente un hábitat para la fauna desplazada.
	Limpieza	Alteración al hábitat: el retiro de la vegetación implica una alteración significativa para la fauna silvestre al perder sus fuentes de recursos y no tener espacios donde esconderse.	**24**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
	Excavaciones, colado de pila	Fauna acuática. La actividad requiere el empleo de maquinaria con lo que la fauna acuática	**-22**	Se prohibirá el paso de maquinaria dentro del cauce del arroyo Nisavía.
ECOSISTEMAS	**Instalación de obras provisionales**	Conectividad. El desarrollo de la actividad implicará la presencia de personal y la operación de maquinaria, con lo que se impactará a diversos componentes al mismo tiempo.	**-24**	El impacto no es mitigable durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, al retirarse la maquinaria y el personal, se procederá a descompactar el suelo para favorecer a la regeneración del mismo y la presencia de herbáceas.

	Desmonte y despalme	Conectividad. El retiro de la cubierta vegetal altera no solo a la vegetación sino a los procesos ecológicos en la zona.	**-28**	No es un impacto mitigable, sin embargo, se ejecutará el programa de restauración forestal, de suelo y cuerpos hídricos
	Limpieza general y retiro de maquinaria	Conectividad. El retiro de todos los elementos extraños en la zona, permitirá que esta vuelva a un estado similar al previo al proyecto.	**24**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
	Desmonte y despalme	Servicios ambientales. Los servicios que presta la flora silvestre y la capa orgánica del suelo afectan a todos los procesos ecológicos en la zona, por lo que su desplazamiento es un impacto significativo.	**-25**	En la línea de ceros es un impacto no mitigable, sin embargo, se compensará con el programa de restauración forestal, de suelo y cuerpos hídricos e. .5 ha.
	Retiro de maquinaria	Servicios ambientales. El retiro de la maquinaria favorecerá que los servicios ambientales se establezcan en las nuevas condiciones ambientales.	**24**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.
PAISAJE	**Instalación de obras provisionales**	Calidad escénica. La construcción de estructuras ajenas a la zona alterará la escena local de forma temporal.	**-22**	El impacto no es mitigable durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, al retirarse la maquinaria y el personal, se eliminará el impacto.
	Desmonte y despalme	Calidad escénica. El retiro de los elementos originales de la zona, alterará la calidad escénica, debido a que se afectaran elementos que son cotidianos para los usuarios se espera que el impacto generado sea significativo.	**-23**	El impacto no es mitigable, sin embargo se revegetarán los taludes de los terraplenes, lo que disminuirá la afectación visual al paisaje.
	Limpieza general y retiro de maquinaria	Calidad escénica, el retiro de elementos ajenos a la zona, así como el desarrollo de actividades encaminadas a que las zonas recobren su estado previo aumentan la calidad paisajística de la zona.	**21**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico.

	Todas las actividades	Generación de residuos. Debido al empleo de vehículos para los diferentes traslados y la maquinaria para el desarrollo de las actividades, existe la posibilidad de que ocurra un accidente y se derrame combustible o aceites en caminos, áreas de almacén, frentes de trabajo, entre otras, al ser residuos peligrosos se considera imprescindible su confinación. Así la operación de los trabajadores, con el empleo de materiales de construcción durante las diferentes etapas del proyecto se espera la generación de residuos de diferentes naturalezas en la mayoría de las actividades, cuyo resguardo es importante para mitigar el impacto ambiental del mismo.	**-21**	Se realizará el manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos, residuos de tratamiento especial y residuos peligrosos. Se colocarán contenedores rotulados, promoviendo la separación de residuos, la recolección diaria, el reciclaje, el almacenamiento temporal y su disposición final, de acuerdo a la normatividad aplicable con el municipio de Guevea de Humboldt (residuos sólidos urbanos), SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Sostenibilidad de Oaxaca (residuos de tratamiento especial) y empresa autorizada para transporte y disposición final de residuos peligrosos (autorizada por SEMARNAT.
SOCIAL	**Tránsito vehicular**	Movilidad. Se espera que con la nueva estructura aumente el tránsito en la vialidad al tener continuidad los dos carriles.	**31**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
	Actividades de mantenimiento y limpieza	Movilidad. La conservación de las características originales de la estructura es primordial para conservar los servicios que ésta provee, por lo que se considera un impacto benéfico y residual.	**22**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
	Señalamientos	Riesgo de accidentes. Estas estructuras evitaran confusiones o accidentes por exceso de velocidad.	**22**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
	Tránsito	La superficie de rodamiento evita los accidentes por derrapes y asegura un viaje cómodo, rápido y con excelentes condiciones de seguridad por lo que se califica como un impacto significativo y residual.	**31**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
	Actividades de mantenimiento y limpieza	La superficie de rodamiento evita los accidentes por derrapes y asegura un viaje cómodo, rápido y con excelentes condiciones de seguridad.	**22**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
ECONÓMICO	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento**	Creación de empleo temporales durante el desarrollo de las actividades, beneficiará a la población local.	**23**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
	Actividades de preparación del sitio y construcción	La accesibilidad a la zona del proyecto se verá reducida durante esta actividad por la operación de maquinaría y operarios en la zona, el efecto será temporal.	**-21**	Se colocarán letreros desde 1 km antes donde se indique al usuario que tenga precaución por los trabajos de obra.

	Pavimentación y señalamiento	Mejora de la accesibilidad a la zona. Con esta cubierta sobre la estructura se permitirá que los usuarios llegar de forma más fácil y rápido a sus destinos, por lo tanto con beneficios económicos.	**30**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico
	Limpieza general, tránsito y mantenimiento	Mejora de la accesibilidad a la zona: con el retiro de los elementos ajenos a la zona mejorara la accesibilidad al área, al eliminar obstáculos visuales en la zona de acceso al puente, la cual esta inmediatamente después de una curva.	**34**	No aplica medida de mitigación, toda vez que es un impacto benéfico

6.2 TIPOS DE MEDIDAS POR ETAPA DEL PROYECTO

6.2.1 Medidas de mitigación en la preparación del sitio

Preventivas

- No permitir la instalación del patio de maquinaria y almacén en otro predio del seleccionado.
- Evitar que la maquinaria escurra al suelo lubricante, fluido hidráulico o combustible, así como el cruce del arroyo Nisavía.
- Al comienzo del proyecto capacitar a los trabajadores sobre las medidas de mitigación.
- Queda totalmente prohibido arrojar desechos de cualquier tipo a los terrenos aledaños.
- No almacenar materiales pétreos fuera del derecho de vía y el almacenamiento temporal
- Evitar disponer de materiales asfálticos sobre el derecho de vía o fuera de él.
- Los vehículos y maquinaria que empleen combustibles derivados del petróleo contarán con sus respectivos filtros de gases y partículas, los cuales tendrán el mantenimiento adecuado.
- Durante las actividades de excavaciones y manejo de materiales, trabajar en un medio húmedo.
- Se deberá contar con riego constante de agua en la zona de trabajo para evitar el polvo en el ambiente.
- Antes de efectuar cualquier actividad se efectuará trabajos de ahuyentar fauna en el área de trabajo
- Queda absolutamente prohibido la cacería, pesca o la captura de especies.
- Emplear preferentemente a gente de la zona para que participen en la construcción del proyecto.
- Todos los trabajadores tendrán y harán uso del equipo de protección personal como sus cascos, botas, mascarillas y lentes.
- El desmonte se realizará de forma manual y mecánica queda prohibido el uso de químicos y fuego
- La excavación y cimentación de los estribos deberá realizarse en época de estiaje.
- Se ejecutará el Programa de Rescate y Reubicación de fauna silvestre.

- En la siguiente tabla se presenta las especies sujetas a rescate

Tabla 6. 2 Especies sujetas a rescate en el área del proyecto

No.	*Nombre científico*	*Nombre común*	*Forma biológica*	*Estatus en la Nom-059-Semarnat-2010*	Método de rescate
1	*Trichilia havanensis*	Ciruelillo	Árbol	SS	Semillas
2	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacastle	Árbol	SS	Semillas
3	*Acacia farnesiana*	Huizache	Arbusto	SS	Ejemplar completo
4	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	Árbol	SS	Semillas/Ejemplar completo
5	*Anonna squamosa*	Capulin	Árbol	SS	Ejemplar completo
6	*Lonchorcapus acuminatus*	Frijolillo	Arbusto	SS	Semillas/Ejemplar completo
7	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	SS	Semillas/Ejemplar completo
8	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	Árbol	SS	Semillas
9	*Acacia cochliacantha*	Cubata	Arbusto	SS	Ejemplar completo
10	*Muntingia calabura*	Capulín	Árbol	SS	Ejemplar completo

Reducción

- Los materiales productos del desmonte y despalme no quedarán abandonados a un lado del derecho de vía, por lo contrario, serán empleados como abonos en tratamientos de suelo.
- Todos los equipos y maquinarias deberán contar con dispositivos de control de ruido con el objeto de atenuarlo o disminuir el ruido que se genere. Los niveles de ruido no excederán los 85 dB.
- Los residuos de comida y fruta deberán depositarse en un foso en el suelo de 1 x 1 x 1 m combinando capa de residuos con tierra y un poco de cal, al abandonar el sitio deberá rellenarse con tierra.
- Está prohibido quemar los residuos, aunque sea una práctica común en las comunidades cercanas al sitio del proyecto.
- Los contenedores de los residuos peligrosos podrán ubicarse temporalmente en un sitio dentro del área de campamento, bajo la sombra y suelo impermeable en el almacén temporal de residuos peligrosos.
- La empresa constructora deberá darse de alta como pequeña generadora de residuos peligrosos y contactarse con una empresa que disponga estos residuos peligrosos registrados ante la Delegación de la SEMARNAT del estado de Oaxaca.
- Instalación de sanitarios portátiles, se recomienda instalar 1 baño por cada 12 trabajadores, la empresa también deberá ser la encargada de la limpieza semanal.
- Se pedirá a los proveedores de alimentos que no usen o minimicen el uso unicel y desechables.

Compensación

- Se ejecutará el programa de Restauración forestal.5 ha con especies nativas que se enuncian en la tabla 6.3

Tabla 6. 3 Especies propuestas para la Restauración forestal

Especies para reforestar					
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma biológica**	**Endemismo**	**Estatus en la Nom-059-Semarnat- 2010**
Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Huizache	Arbusto	NE	SS
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	Árbol	NE	SS
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	NE	SS
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	Árbol	NE	Pr.
Ulmaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	Árbol	NE	SS
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino ocote	Árbol	NE	SS
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacastle	Árbol	NE	SS
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	Árbol	NE	SS

6.2.2 Tipos de medidas de mitigación en la etapa de construcción

Preventivas

- Evitar que la maquinaria escurra al cuerpo de agua lubricante, fluido hidráulico o combustible.
- Al comienzo del proyecto capacitar a los trabajadores sobre las medidas de mitigación. Continuar con pláticas ambientales a todos los trabajadores.
- Queda totalmente prohibido arrojar desechos de cualquier tipo o escombros de la construcción al cauce del arroyo Nisavía o en otros sitios que no sean los indicados.
- Los vehículos y maquinaria que empleen combustibles derivados del petróleo contarán con sus respectivos filtros de gases y partículas, los cuales tendrán el mantenimiento adecuado.
- Se deberá contar con riego constante de agua en la zona de trabajo para evitar el polvo en el ambiente antes de efectuar cualquier actividad se efectuará trabajos de ahuyentar fauna en el área de trabajo
- Queda absolutamente prohibido la cacería, pesca o la captura de especies.
- El combustible y los residuos sólidos y líquidos peligrosos como el aceite, líquido de frenos, estopas impregnadas de alguno de estos líquidos deberán ser dispuestos en contenedores con tapa y rotulados dentro de un almacén mientras son entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a empresas autorizadas por la SEMARNAT para recolectar residuos peligrosos, y así dar cumplimiento a la NOM-052-SEMARNAT- 2005.
- Aplicar las actividades enunciadas en el Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos para la protección del suelo en caso de derrames accidentales de combustible y otros riesgos inherentes.

- Emplear preferentemente a gente de la zona para que participen en la construcción del puente y sus accesos. Todos los trabajadores tendrán y harán uso del equipo de protección personal como sus cascos, chalecos, botas mascarillas y lentes.
- Colocar señalamientos de letreros alusivos al cuidado del medio ambiente para informar a los trabajadores y pobladores.
- Establecer señalamientos de seguridad para evitar accidentes a los usuarios.
- Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos producto de los trabajadores, separándolos en reciclables y no reciclables que se pondrán en tambos con tapa y rótulo.
- En caso de utilizarse un banco de tiro, éste deberá ser autorizado por la autoridad ambiental estatal, y deberán cumplirse todas las medidas planteadas y requeridas en su autorización.

Reducción

- Solo se permitirá el uso de bancos de materiales en uso y con los permisos y licencias emitidas por las autoridades correspondientes.
- Todos los camiones que se empleen para transportar materiales como producto de excavación o materiales de banco deberán cubrir estos con lonas para evitar la liberación de partículas.
- Todos los equipos y maquinarias deberán contar con dispositivos de control de ruido con el objeto de atenuarlo o disminuir el ruido que se genere. Los niveles de ruido no excederán los 85 dB.
- La disposición de los sobrantes provenientes de la etapa de construcción (residuos de tratamiento especial) deberán colocarse en camiones de volteo tapados con lona, para su reciclado o disposición definitiva en sitios autorizados por SEMARNAT.
- Se recomienda la separación de residuos de manera que puedan destinarse a empresas recicladoras. Los residuos que no pueden ser reciclados podrán ser almacenados en tambos con tapa y rótulos antes de ser dispuestos finalmente en el tiradero más cercano solicitando la autorización al municipio correspondiente.
- Los residuos de comida y fruta deberán depositarse en un foso en el suelo de 1 x 1 x 1 m combinando capa de residuos con tierra y un poco de cal, al abandonar el sitio deberá rellenarse con tierra.
- Está prohibido quemar los residuos, aunque sea una práctica común en las rancherías y en el sitio del proyecto.
- Los contenedores de los residuos peligrosos podrán ubicarse temporalmente en un sitio dentro del área de campamento, bajo la sombra.
- La empresa constructora deberá darse de alta como pequeña generadora de residuos peligrosos y contactarse con una empresa que disponga estos residuos peligrosos registrados ante la Delegación de la SEMARNAT del estado de Oaxaca.
- Instalación de sanitarios portátiles, se recomienda instalar 1 letrina por cada 12 trabajadores, contratar una empresa para la limpieza de éstos.
- Se pedirá a los proveedores de alimentos que no usen o minimicen el uso unicel y desechables.

6.2.3 Tipos de medidas de mitigación en operación y mantenimiento

Preventivas

- Colocar señalamientos permanentes con mensajes respecto al cuidado y protección del medio ambiente
- Mantener libre de basura.
- Prohibida la quema para limpiar el DDV
- Iniciar los trabajos de excavación y cimentaciones de los estribos en época de estiaje

Considerando los impactos significativos y de mayor importancia se elaboraron las siguientes guías, las cuales conforman el Programa de Manejo ambiental

- Programa de Rescate y reubicación de flora silvestre
- Programa de Rescate y reubicación fauna silvestre
- Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos.
- Programa de Vigilancia Ambiental.

6.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental está conformado por 15 fichas, las cuales se elaboraron por medida de mitigación y que permitirán su evaluación y que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. 4 Caracterización de las medidas de Mitigación

No.	Medidas de Mitigación	Tipo de medida
1	Programas de Acciones de Rescate y Reubicación flora Silvestre	Mitigación
2	Manejo del material fértil producto del despalme	Mitigación
3	Manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos.	Prevención
4	Manejo adecuado de Residuos peligrosos	Prevención
5	Manejo adecuado de Residuos de Manejo Especial	Prevención
6	Ahuyentamiento de fauna.	Prevención
7	Acciones de protección y conservación de la fauna silvestre	Mitigación
8	Control de la dispersión de polvos	Prevención
9	Control de generación de gases, producto de la combustión interna de automóviles.	Mitigación
10	Programa de Restauración forestal	Compensación

11	Desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales	Mitigación
12	Conservación y protección a los componentes hídricos	Prevención
13	Instalación de Sanitarios Portátiles	Prevención
14	Capacitación y sensibilización ambiental	Prevención
15	Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.	Prevención

1. Programa de Rescate y Reubicación flora Silvestre	
Impacto (s) al que va dirigido:	Eliminación de 10 árboles, 26 arbustos y 6 herbáceas.
Descripción	El retiro de la vegetación serán gradual y de forma manual con el uso de machetes, hachas y motosierras, el derribo será direccional dentro de la línea ceros respectando la vegetación aledaña, no se utilizará para el corte de la vegetación sustancias químicas ni fuego. El personal responsable de la ejecución del programa deberá realizar recorridos durante las actividades de desmonte y despalme, si encuentra especies susceptibles se realizarán acciones de rescate. Se construirá un vivero temporal para el resguardo de la flora rescatada, el cual deberá estar techado con malla de sombra y una parte del vivero estará descubierta para las plantas que requieran sol, deberá contar con agua para el riego de las plantas y estará cercado para evitar los animales depredadores.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y Construcción.
Criterios normativos	NOM-059-SEMARNAT-2010. NOM-007-SEMARNAT-1997.
Lugar de Aplicación:	Márgenes del río, donde se removerá especies arbóreas y arbustivas.
Recursos necesarios:	Instalación de un vivero temporal y herramientas de jardinería.
Indicador de cumplimiento:	El principal indicador será la sobrevivencia de las plantas reubicadas. (División del total de individuos vivos sobre el total de individuos reubicados por 100).
Evidencias	Se realizará informes de cumplimiento de las acciones del programa de rescate y reubicación de flora silvestre, se incluirá las bitácoras de rescate y reubicación, estado fitosanitario, así como los registros de sobrevivencia de individuos y un informe fotográfico.
Medidas emergentes	Para verificar el éxito de las acciones de reubicación en caso de que los organismos reubicados o las plántulas no sobrevivan deberá procederse a su sustitución con los individuos que resulten de la propagación por las semillas colectadas en las etapas anteriores o de la propagación por otros medios, se recomienda la reproducción vegetativa de las plantas rescatadas y así incrementar el número de plantas disponibles para la reubicación.

Fuente de información	Arriaga, V. et al. (1994). Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas, Instituto Nacional de Ecología, México D.F. Vázquez-Yanes, C., Orosco, S. A., Rojas, M., Sánchez, M. A. y Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de flora y fauna silvestres- Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión.
2. Manejo del suelo producto del despalme	
Impacto (s) al que va dirigido:	1265 m^3 de Despalme que afectará la capa fértil del suelo. El retiro de la capa superficial de sustrato puede acelerar el proceso erosivo Afectación a la estructura del suelo. Eliminación de herbáceas, afectación a renuevos.
Descripción	Durante las actividades de despalme se perderá la capa fértil del suelo, este suelo se mezclará con el material vegetal como (hojas y ramas) y será acamellonado en sitios desprovistos de vegetación y alejados de los cuerpos de agua. Se cubrirá con una lona para evitar la erosión hídrica y eólica, parte de este suelo será utilizado como sustrato para las plantas en resguardo en el vivero y posteriormente en las superficies que se van a reforestar. El suelo restante se utilizara para la descompactación de los sitios de obras provisionales. Ya descompactado el suelo se esparcirá agua para humedecer la superficie, hasta dejarla con un grado de humedad del 40%, para evitar la emisión de partículas de suelo a la atmosfera, estas operaciones se realizarán de preferencia durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde.
Criterio normativo:	Buenas prácticas de conservación de Suelos.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, construcción.
Lugar de Aplicación:	En la línea de ceros del proyecto del Puente vehicular
Recursos necesarios:	Costales, lonas y herramientas (palas, hachas, machetes y motosierras).
Indicador de cumplimiento:	Volumen de suelo resguardado y utilizado en las actividades de revegetación.
Evidencias	Se realizará un informe fotográfico con el registro de bitácora de suelo fértil recuperado y utilizado
Medidas emergentes	En caso de que el suelo producto del despalme no sea reutilizado en la reforestación, deberá utilizarse para el arrope de los taludes.
Fuente de información	CONAFOR, Comisión Nacional Forestal. 2018. Protección, Restauración y Conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. México. 296 pp.

3. Manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos.	
Impacto (s) al que va dirigido:	Contaminación al suelo y agua por Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Afectación al paisaje
Descripción	Con el objetivo de evitar la contaminación al suelo y del arroyo Nisavía por la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, se deberán colocar contenedores de 200 L debidamente rotulados en áreas estratégicas de los frentes de trabajo, se colocarán un aproximado de 4contenedores. En la implementación de pláticas ambientales se deberá de promover la separación de desechos orgánicos e inorgánicos. Los desechos orgánicos se podrán utilizar para la realización de compostas. La recolección de los desechos inorgánicos se realizará de manera diaria a lo largo de toda la obra y deberán ser dispuestos en el o los almacen (es) temporal (es) establecidos dentro de la misma para posteriormente sean dispuesto finalmente en el lugar adecuado. Para esto, la contratista deberá acudir al área correspondiente del H. Ayuntamiento de Guevea de Humboldt para solicitar el servicio de recolección de los RSU o autorización para depositar los residuos en el tiradero municipal. A las personas que vendan comida a los trabajadores (en el caso de que así sea) se les pedirá la utilización de trastes de plástico No desechables para disminuir el consumo de unicel. La empresa deberá de contratar los servicios del municipio o alguna empresa particular según lo requiera para la recolección y disposición final de estos residuos. Se llevará el registro en la bitácora para residuos sólidos urbanos, en la cual deberá de registrarse la cantidad en kilos según sea el tipo del mismo y así también datos del centro de acopio o empresa encargada de la disposición final de éstos.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.
Criterio normativo:	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, (DOF 2018).
Lugar de Aplicación:	En todo el eje del trazo donde existan frentes de trabajo.
Recursos necesarios:	Contenedores con tapa de 200 L Bolsas de plástico. Guantes de plástico. Almacén temporal de Residuos Sólidos Urbanos. Contrato con el municipio de Guevea de Humboldt para la disposición final de los residuos.
Indicador de cumplimiento:	Indicador de eficacia en % (RG/RD+RR) x 100. RGs= Residuos sólidos urbanos generados RDs = Residuos sólidos urbanos depositados RR= Residuos llevados a un centro de reciclaje
Evidencias	Se realizará un informe fotográfico con el registro de bitácora de suelo fértil recuperado y utilizado

Medidas emergentes	Para el caso del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, si se llegara a confirmar que no se cumplan con las especificaciones de las medidas y se observe una deficiencia en el manejo de los residuos, se informará a la empresa encargada del proyecto para verificar que la unidad que lleva a cabo el servicio de recolección en el municipio lo realice de manera adecuada, así como se propondrá una campaña de sensibilización, de consumo responsable y reciclaje.

4. Manejo adecuado de Residuos de Manejo Especial	
Impacto (s) al que va dirigido:	Contaminación al suelo y agua por Residuos de manejo especial Afectación al paisaje
Descripción	Cuando el material producto de los cortes en excavación no sea aprovechado tiene que ser depositado en bancos de tiro desprovisto de vegetación forestal, estos deben estar previamente autorizados por SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Sostenibilidad de Oaxaca. Toda vez que el artículo 9 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que es facultad de las Entidades Federativas autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.
Criterio normativo:	NOM-161-SEMARNAT-2011. LGPGIR
Lugar de Aplicación:	Todo el eje del proyecto
Recursos necesarios:	Tramite de permiso ante la SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Sostenibilidad de Oaxaca
Indicador de cumplimiento:	Indicador de eficacia (RGm/RDm) x RGm = Residuos de manejo especial generados RDm = Residuos de manejo especial depositados.
Evidencias	Se supervisará que se realice de manera adecuada el depósito del material. Los camiones de acarreo deberán estar debidamente tapados con lona durante las actividades, evitando con esto la dispersión de partículas de material terrígeno o de polvo. Manifiesto de deposito de material en el sitio autorizado.
Medidas emergentes	En caso de que se generen residuos de manejo especial y no sean depositados en sitios autorizados, las empresas constructoras no podrán abandonar el sitio del proyecto hasta que cumplan con la disposición final.
Fuente de información	DOF, Diario Oficial de la Federación, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003, última reforma publicada el 18 de Enero de 2021.

5. Manejo adecuado de Residuos peligrosos	
Impacto (s) al que va dirigido:	Contaminación al suelo y cauce del arroyo Nisavía por Residuos Peligrosos (RP). Alteración de la calidad del agua y cambio de pH por posible vertido.
Descripción	Con el objetivo de evitar la contaminación al suelo y cuerpos de agua por la generación de Residuos Peligrosos (RP) durante las actividades en las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento. Se deberán colocar contenedores de 200 lts en los frentes de trabajo debidamente rotulado y con tapa, para depositar todo material sobrante utilizado en las actividades durante todo el proceso constructivo como lo son: estopas, filtros, botes de aceite o diésel, entre otros, considerado como residuo peligroso. Se colocarán durante todo el tiempo que dure la construcción, aproximadamente 2 contenedores (tomando en cuenta que para su disposición final el contenedor es retirado sin retorno). En el caso de existir algún (os) derrame (s) en el suelo por algún hidrocarburo, éste deberá ser levantando y colocados en costalillas, para después ser llevados al contenedor correspondiente. Los contenedores que alcancen su capacidad de llenado deberán ser trasladados al almacén temporal de residuos dentro de la obra para que posteriormente la empresa autorizada por la SEMARNAT realice la recolección al desmantelar las obras provisionales, no se deberá dejar sobre el suelo ningún residuo peligroso, ni derrames de algún hidrocarburo. Estos sitios deberán quedar totalmente limpios.
Etapa:	Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.
Criterio normativo:	NOM-083-ECOL-2003. NOM-052-SEMARNAT-2005 LGPGIR
Aplicación:	En todo el eje del trazo donde existan frentes de trabajo.
Recursos necesarios:	Contenedores con tapa de 200 lts con tapa. Costalillas de rafia. Guantes de plástico. Guantes de carnaza. Almacén de Residuos Peligrosos. Lonas impermeabilizantes. Extintores. Contrato con una empresa autorizada ante la SEMARNAT para el transporte y disposición final de residuos peligrosos.
Indicador de cumplimiento:	Indicador de eficacia en %: (RGp/RD+RR) x 100. RG= Residuos peligrosos generados. RD = Residuos peligroso-depositados.
Evidencias	Se registrará en una bitácora el nombre del residuo, la cantidad generada en kilogramos, las características de peligrosidad del residuo, fecha de ingreso, fecha de salida y los datos de la empresa autorizada encargada de la disposición final de estos residuos peligrosos. La empresa contratista deberá de darse de alta ante la delegación SEMARNAT de Oaxaca como pequeño generador de residuos peligrosos o en su caso presentar copia del manifiesto de la empresa contratada para transporte y disposición final.
Medidas emergentes	Para el manejo adecuado de residuos peligrosos se hace convenio con una empresa autorizada ante la SEMARNAT, si hubiera deficiencia en el transporte de estos residuos se le notificara a la empresa contratista para trasladar los residuos a un sitio de recolección.
Fuente de información	DOF, Diario Oficial de la Federación, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003, última reforma publicada el 18 de Enero de 2021.

6. Ahuyentamiento de fauna.	
Impacto (s) al que va dirigido:	Se requiere de la operación constante de maquinaria, vehículos y operarios, por lo que la movilidad de la fauna se verá interrumpida
Descripción	Se recomienda que las actividades de ahuyentamiento se inicien 5 a 10 días previo al inicio de la construcción (este tiempo puede variar dependiendo de las especies y el área) y durante la ejecución del proyecto. Se deben aplicar las técnicas más apropiadas para cada grupo de individuos que generen mayor estrés y como resultado se obtenga un desplazamiento de los animales a otras zonas. Se deben realizar recorridos para ahuyentar la fauna, para lo cual se debe golpear la vegetación circundante con varas y hacer ruido para que los animales que pudieran encontrarse en la zona puedan desplazarse esto durante las primeras horas del día y al atardecer, ya que estos horarios son los de mayor actividad en la fauna, pues los dedican a la búsqueda de alimento, estos recorridos deben hacerse con poca anticipación de las actividades, así evitar que los animales regresen al trazo del proyecto antes de que los trabajos inicien.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, y construcción.
Criterio normativo:	Ley general de vida silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2010
Lugar de Aplicación:	Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria
Recursos necesarios:	Silbatos, megáfono, binoculares.
Indicador de cumplimiento:	Tasa cero de mortandad de fauna silvestre en el área del proyecto durante el tiempo que se realicen los trabajos.
Evidencias	Se realizarán recorridos de supervisión para vigilar que no se afecte alguna especie de fauna durante los trabajos de obra. Se entregarán informes con evidencias fotográficas. Además de que se llevara una bitácora de campo con todas las actividades realizadas.
Medidas emergentes	Al no tener éxito en el ahuyentamiento y se encuentre fauna silvestre a la hora que se realizan los trabajos, se procederá a realizar un rescate para posteriormente llevar a cabo una reubicación.

7. Rescate y reubicación de fauna	
Impacto (s) al que va dirigido:	Evitar afectaciones a la fauna silvestre susceptible que por sus características ecológicas se mantengan en la zona del área del proyecto durante la construcción del puente vehicular "Guevea de Humboldt".
Descripción	El rescate se realiza con la finalidad de preservar las especies existentes, estas acciones deben ser permanentes durante los trabajos de preparación del sitio y la construcción todo bajo la supervisión de un biólogo que de pláticas y asesore también a los trabajadores para evitar que capturen animales para consumo o venta. La captura de organismos se realizará únicamente a los individuos que prevalecieron en la zona una vez realizado el ahuyentamiento o aquellos que por sus características ecológicas se mantengan en la zona (territorialidad, baja movilidad, entre otros). Los individuos se transportarán hacia el lugar de reubicación teniendo en cuenta los aspectos naturales de su hábitat necesarios para proporcionarles bienestar de acuerdo con las características particulares de cada uno y a una distancia de un kilómetro aproximadamente.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, y construcción.
Criterio normativo:	Ley general de vida silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2010
Lugar de Aplicación:	Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria
Recursos necesarios:	Brigada ambiental, GPS, cámara, binoculares, Kit rescate de fauna.
Indicador de cumplimiento:	Ausencia de muerte de fauna silvestre durante el tiempo que se realicen los trabajos.
Evidencias	Recorridos de supervisión y vigilancia. En caso de requerirse rescate y reubicación de algún individuo de fauna se registrará en una bitácora datos del sitio, la especie y el sitio de reubicación, coordenadas y evidencia fotográfica. Se entregará un informe con las acciones de protección y conservación de la fauna silvestre.
Medidas emergentes	Realizar un monitoreo en las zonas aledañas al proyecto para verificar la persistencia de las especies observadas anteriormente.
Fuente de información	Andrews, K., Gibbons, W. y Jochimsen, D. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. Herpetological Conservation, 3, 121–143. Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., et al. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, 5, 45–57. DOF. NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental de Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, Categorías de riesgo

	y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.

8. Control de la dispersión de polvos	
Impacto (s) al que va dirigido:	Aumento en el nivel de partículas suspendidas PM10 y partículas PM2.5 (polvos):
Descripción	Para evitar la dispersión de partículas que puedan afectar la población de las zonas cercanas al proyecto y a la vegetación aledaña, se deberá realizar dos riegos diarios en el trazo constructivo en las actividades de despalme y terraplenes, se humedecerá y todos los vehículos de acarreo que transporten el material terrígeno a los bancos de tiro serán cubiertos con lonas.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, y construcción.
Criterio normativo:	Nom-085-Semarnat-2011.
Lugar de Aplicación:	En todo el trazo constructivo del Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec
Recursos necesarios:	Pipas de 10,000 ml.
Indicador de cumplimiento:	Registro de los riegos diarios realizados.
Evidencias	El encargado de la ejecución de los trabajos llevara un registro de bitácora de los riegos realizados en el trazo constructivo.
Medidas emergentes	En caso de que se presente mayor dispersión de partículas en el sitio del proyecto se deberán realizar tres riegos durante la jornada laboral. Se sancionará los responsables de los vehículos de acarreo que transporten el material terrígeno descubierto.
Fuente de información	Nom-085-Semarnat-2011. NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

9. Control de generación de gases, producto de la combustión interna de fuentes móviles	
Impacto (s) al que va dirigido:	Emisión de gases a la atmósfera
Descripción	Se recomienda al constructor emplear durante la ejecución de las obras, vehículos de modelos recientes, con el objeto de evitar emisiones atmosféricas que sobrepasen los límites permisibles. El constructor debe considerar el uso de las tecnologías más limpias y el uso de combustibles amigables con el ambiente, así como, procurar el uso eficiente de los mismos. Las normas de emisiones de vehículos son las herramientas de políticas técnicas primarias disponibles para mitigar las emisiones de los vehículos.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y construcción.
Criterio normativo:	NOM-041-SEMARNAT-2006 NOM-045-SEMARNAT-2006 NOM-076-SEMARNAT-2012
Lugar de Aplicación:	Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria
Recursos necesarios:	Vehículo y brigada ambiental.
Indicador de cumplimiento:	% de total de vehículos / % de vehículos con verificación % de total de vehículos / % de vehículos de modelos recientes
Evidencias	Certificado de emisión ambiental vehicular expedida por la autoridad ambiental competente. Así como la bitácora donde se llevará el registro de que los vehículos tengan el mantenimiento adecuado.
Medidas emergentes	Adoptar las acciones correctivas del caso, cuando así se requiera. Dicho control implica la evaluación de las emisiones y los ajustes necesarios para el cumplimiento de las emisiones contempladas en la normativa vigente para fuentes móviles.

10. Restauración forestal	
Impacto (s) al que va dirigido:	Pérdida de los servicios ambientales que presta la vegetación afectada. Afectación permanente a la vegetación riparia y zonas con vegetación ruderal
Descripción	Se propone una restauración forestal de .5 ha en sitios desprovistos de vegetación del sistema ambiental, se consideró una densidad de 350 plantas por .5 hectárea, con una altura a promedio a utilizar es de 80 cm a 1 m con las especies *Acacia farnesiana, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Cedrela odorata, Trema micrantha, Pinus oocarpa, Enterolobium cyclocarpum y Dendropanax arboreus.* Se realizará monitoreo durante 2 años Durante la ejecución del programa de restauración forestal se intercalará especies arbóreas obtenidas del rescate.
Etapa de aplicación:	Construcción y mantenimiento
Criterio normativo:	No hay normas específicas para esto, pero se trata de una medida de compensación
Lugar de Aplicación:	Polígonos seleccionados en el Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos.
Recursos necesarios:	Jornaleros, Plantas nativas, hidrogel y herramientas como (Cava hoyos y palas).
Indicador de cumplimiento:	El Cálculo de la sobrevivencia = (división del total de individuos plantados sobre el total de individuos reforestados vivos / 100).
Evidencias	Se realizará informes de cumplimiento de las acciones del programa de restauración forestal, se incluirá la bitácora de la reforestación, mapas, así como los registros de sobrevivencia de individuos y un informe fotográfico.
Medidas emergentes	Para verificar el éxito de las acciones de restauración forestal, en caso de que los organismos plantados no sobrevivan deberá procederse a su sustitución para garantizar la sobrevivencia del 80%.
Fuente de información	Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

11. Desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales	
Impacto (s) al que va dirigido:	Afectación al suelo y paisaje en el sitio donde se instalarán las obras provisionales
Descripción	Al término de la obra, se deberán desmantelar los sitios que hayan sido utilizado para obras provisionales, se retirará todo material que haya sido depositado en los mismos, no deberá de quedar residuos de concreto o gravilla o cualquier tipo de material que haya sido utilizado en el desarrollo de las actividades del proyecto. Por el tránsito de maquinaria pesada o actividades humanas el suelo sufre compactación. Se deberá de realizar la descompactación del mismo, esta actividad deberá de realizarse con la maquinaria adecuada, posteriormente se recomienda cubrir con material producto del despalme para ayudar a la revegetación natural y recuperación de estructura y composición del suelo.
Etapa de aplicación:	Abandono del sitio
Lugar de Aplicación:	Predios donde se instalarán las obras provisionales
Criterio normativo:	No hay normas específicas para esto, pero se trata de la integración del área al medio ambiente.
Recursos necesarios:	Se utilizará el personal y los vehículos de la empresa encargada de la obra con la supervisión de su brigada ambiental.
Indicador de cumplimiento:	Superficie áreas provisionales /Superficie restaurada X100
Evidencias	Informe del cumplimiento con anexo fotográfico de la limpieza general de las áreas utilizadas como obras provisionales.
Medidas emergentes	Descompactar manualmente en caso de que no se pueda realizar con maquinaria. La Residencia de Obra no podrá firmar finiquito de la empresa constructora en caso de haber abandonado material, maquinaria o residuos en el sitio.

12. Conservación y protección a los componentes hídricos.	
Impacto (s) al que va dirigido:	Evitar la contaminación por residuos o material del arroyo Nisavía Afectar el cauce natural
Descripción	La construcción del puente vehicular se ubica sobre el cruce del arroyo Nisavía con el fin de evitar que este sea contaminado se vigilará que no depositen residuos sólidos urbanos, de tratamiento esecial y/o peligrosos cerca de estos, ni alguna otra sustancia proveniente de la construcción del puente que pueda afectarlo, no se permitirá el lavado de ollas de concreto cerca de los canales de riego, se deberá de hacer en la zona de lavado de olla establecidos específicamente para tal fin. De igual forma no se podrá extraer agua a menos que se cuente con un permiso previo.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y construcción.
Criterio normativo:	NOM-001-SEMARNAT-2021
Lugar de Aplicación:	Sitio donde se construirá el puente "Guevea de Humboldt".
Recursos necesarios:	Letrero informativo, mallas antiescombro, lonas para control de sedimentos, zeólita.
Indicador de cumplimiento:	Registro cero de presencia de material, residuos o sedimentos dentro del cauce del río.
Evidencias	Toma de fotografías y videos semanal del estado del cauce del arroyo. Contrato de compra de agua o concesión.
Medidas emergentes	En caso de algún derrame o caída accidental de cualquier material, se deberá actuar inmediatamente para retirarlo.
Referencia bibliográfica	DOF, Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf

13. Instalación de Sanitarios Portátiles	
Impacto (s) al que va dirigido:	Descarga de aguas residuales Contaminación de suelo
Descripción	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción la empresa contratista deberá contratar una empresa para renta y mantenimiento de sanitarios portátiles, 1 por cada 12 trabajadores. La empresa tiene prohibido verter agua residual.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y construcción.
Criterio normativo:	NOM-001-SEMARNAT-2021
Lugar de Aplicación:	Predio donde se instalarán las obras provisionales
Recursos necesarios:	Sanitarios portátiles
Indicador de cumplimiento:	División total del número total de trabajadores entre el número total de sanitarios colocados por 100
Evidencias	Se realizarán un informe fotográfico y presentar copia del contrato con la empresa que presta el servicio
Medidas emergentes	En caso de que no se cumpla con las especificaciones establecidas la brigada de medio ambiente, informara a la empresa contratista para que ellos a su vez le informen a la empresa prestadora del servicio, el mantenimiento adecuado de los sanitarios portátiles.

14. Capacitación y sensibilización ambiental	
Impacto (s) al que va dirigido:	Impactos que pueden evitarse con el apoyo de todos los trabajadores y personal del proyecto
Descripción	Se dará capacitación a los trabajadores y platicas de sensibilidad ambiental con los temas: ▪ Protección a la fauna ▪ Manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos ▪ Protección al río ▪ Importancia de la vegetación ▪ Buenas prácticas dentro de la obra.
Etapa de aplicación:	Capacitación: Preparación del sitio y construcción.
Criterio normativo:	Ninguno

Recursos necesarios:	Material didáctico, listas de asistencia, cámara fotográfica.
Indicador de cumplimiento:	Registro cero de presencia de material, residuos o sedimentos dentro del cauce del río.
Evidencias	Toma de fotografías y videos semanal del estado del cauce del río. Contrato de compra de agua o concesión.
Medidas emergentes	En caso de algún derrame o caída accidental de cualquier material, se deberá actuar inmediatamente para retirarlo.

15. Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.	
Impacto (s) al que va dirigido:	Impactos que pueden evitarse con el apoyo de todos los trabajadores, personal del proyecto y usuarios.
Descripción	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se colocará letreros temporales a lo largo de los accesos del puente para prevenir impactos a los elementos bióticos y abióticos y sensibilizar al personal de obra sobre la protección y cuidado del medio ambiente. Al finalizar la etapa constructiva se retiraran los letreros temporales y se colocaran letreros permanentes del puente vehicular y prevenir daños al medio ambiente. Los letreros serán preventivos, informativos y restrictivos distribuidos de manera uniforme considerando las especificaciones para establecer señalamiento en carreteras.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.
Lugar de aplicación	En todo el trazo Puente Vehicular Guevea de Humboldt y accesos
Criterio normativo:	NOM-086-SCT2-2015 NOM 034-SCT2-2
Recursos necesarios:	Brigada, 8 Letreros temporales y 2 permanentes.
Indicador de cumplimiento:	Colocación de 8 Letreros temporales y 2 permanentes
Evidencias	Toma de fotografías de los letreros colocados.

6.4 PLAN DE CONTINGENCIA

El plan de contingencia tiene como finalidad la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal del proyecto, en tanto puedan producir riesgos y generar medidas de prevención de riesgos ambientales y medidas de control de accidentes, principalmente durante las etapas de preparación del terreno y construcción.

Se deberán cumplir las normas de seguridad e higiene en los centros de trabajo, en todas las actividades del proyecto.

Todos los trabajadores de la obra contaran con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que desarrollen.

Cualquier persona que detecte algún tipo de irregularidad en las labores y que presente algún riesgo, debe informar de manera inmediata a su superior directo.

6.4.1 Prevención de accidentes

Las medidas a controlar para evitar o prevenir accidentes personales en el frente de trabajo serán:

- Ubicar el centro de salud y hospital más cercano en la cabecera de municipal de Guevea de Humboldt.
- Se prohibirá el tránsito peatonal por los frentes de trabajo sin previa autorización.
- Se exigirá al personal desarrollar su trabajo con el equipo de seguridad necesario.
- En caso de generarse algún accidente se debe informar en forma inmediata al responsable en el lugar, motivo y alcance del accidente, y de ser necesario solicitar el traslado al centro de salud del Municipio Guevea de Humboldt.
- Se trasladará al accidentado a la enfermería u hospital, tomando todas las medidas precautorias.

6.4.2 Incendios

Las medidas a considerar para evitar un incendio serán:

- Definir el sector alrededor del área almacenamiento de combustible y materiales inflamables donde quedará expresamente prohibido encender fogatas, fumar, portar fósforos u otros elementos que produzcan chispas.
- No almacenar combustibles en el frente de trabajo ni en ningún sitio del proyecto.
- Se dispondrá como mínimo de los elementos para combatir fuegos pequeños, tales como extintores, mangueras, etc., de acuerdo con las exigencias establecidas por la autoridad competente.

6.4.3 Accidentes asociados al transporte de material de la obra

Para minimizar el riesgo de accidentes durante el transporte del material a utilizar en la obra se adoptarán las siguientes medidas:

- El personal a contratar para conducir los camiones o maquinarias será personal calificado con licencia de conducir tipo B, actualizada.
- Los vehículos que transporten maquinarias, materiales y residuos al área de trabajo contarán con las señalizaciones exigidas por la legislación vigente.
- El peso de camiones cargados con equipos o materiales no excederá el máximo permitido por las rutas a utilizar, o se obtendrán los permisos correspondientes.
- El transporte de combustible u otros materiales peligrosos se realizará de acuerdo con lo estipulado en la legislación vigente.

En caso de producirse algún accidente durante la transportación de los materiales a utilizar para la obra, se avisará del accidente al jefe inmediato superior, quien deberá tomar las siguientes medidas:

- Verificar que los accidentados hayan sido trasladados a centros de atención médica.
- Registral el accidente en formulario previamente definido, investigar sus causas y formular correcciones.

6.4.5 Accidentes asociados a derrames

Las medidas a controlar en caso de derrames sobre terrenos naturales en y cercanos al sitio del proyecto

- Delimitar la superficie de suelo contaminado.
- Remoción del volumen de suelo afectado.
- Relleno del sector excavado con material limpio, posiblemente proveniente de excavaciones.
- Cubrimiento del sector rellenado con material de escarpe, a modo de dejar el sector en las condiciones más parecidas a las encontradas con anterioridad al accidente.
- Protección del suelo con impermeabilizante en el área de manejo de combustible, aceites y lubricantes.

6.5 FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZA

Para el Proyecto "de acuerdo con el Artículo 51 del REIA se considera:

- Los impactos residuales en la flora, fauna
- El eje del proyecto atraviesa la corriente perenne Nisavía.
- El área del proyecto y su área influencia proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida.
- El costo de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental

Por lo que para la fijación de la fianza se utilizan los montos de las acciones que componen el las medidas de mitigación y los programas ambientales (tabla 6.5)

Tabla 6. 5 Costo de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental

Descripción	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad	Total
Insumos (Gasolina, Diesel)	Lote	$31,500.00	1	$31,500.00
Programa de Rescate y Reubicación flora Silvestre	U	$45,040.70	1	$45,040.70
Programa de Rescate y reubicación fauna silvestre	U	$29,207.18	1	$29,207.18
Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos	u	$299,648.00	1	$299,648.00
Programa de Vigilancia ambiental	u	$13,923.31	1	$13,923.31
Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.	Lote	$7,500.00	1	$7,500.00
Capacitación ambiental a todos los trabajadores	u	$500.00	6	$3,000.00
			Total	**$429,819.19**
Personal Brigada ambiental	Lote	$280,000.00	1	$280,000.00
			Total, del presupuesto sin IVA	**$709,819.19**
Setecientos Nueve mil, Ochocientos Diecinueve pesos 19/100 M.N				

Se propone que la fianza deberá cubrir el monto de **$709,819.19 (Setecientos Nueve mil, Ochocientos Diecinueve pesos 19/100 M.N.)**

El costo incluye insumos, salarios y medidas estimadas para 6 meses.

6.6. RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN DEL PMA.

La responsabilidad en materia ambiental viene dada por el nivel de autoridad que se le ha asignado a una persona en la gestión y ejecución de los trabajos y del promovente, es decir es una responsabilidad compartida entre la empresa contratista y la SCT Oaxaca. De las condiciones con que se lleven a cabo los trabajos que se les asigne, así como del cumplimiento de parte de los trabajadores de la legislación vigente, normas, políticas y reglamentos a que haya lugar en materia ambiental.

Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPITULO 7. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas.



CONTENIDO

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 307

7.1. Escenario ambiental tendencial sin considerar el proyecto 311

7.2. Tendencias de cambio del sistema ambiental y escenario sin proyecto 311

7.3. Escenario ambiental considerando el proyecto sin medidas de mitigación 313

7.4. Análisis del escenario ambiental tendencial con proyecto y con medidas de mitigación. 315

7.5 Evaluación de alternativas 318

Tabla 7. 1 Vulnerabilidad al Cambio Climático, Municipio de Guevea de Humboldt. 308
Tabla 7. 2 Disponibilidad del Agua 309
Tabla 7. 3 Sistema ambiental regional y escenario sin proyecto 311
Tabla 7. 4 Escenario ambiental considerado el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación. 313
Tabla 7. 5 Escenario ambiental tendencial con proyecto y medidas de mitigación. 315

Figura 7. 1 Escenarios futuros y variables de cambio 307
Figura 7. 2 Monitores de calidad del aire AQI. 308
Figura 7. 3 Tasas anuales de deforestación del estado de Oaxaca desglosadas por transición 310

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

El proyecto se refiere a la construcción de una nueva obra de infraestructura vial, sobre el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec del municipio de Guevea de Humboldt, en el estado de Oaxaca. Actualmente no existe alguna estructura para el cruce vehicular del arroyo Nisavía, por lo que se requiere construir un puente que cumpla con las necesidades de seguridad para los usuarios y con los lineamientos normativos vigentes de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte, SICT. Se considera un proyecto de 128.74 m de longitud, de los cuales la estructura contará con 48.74 m, el acceso uno con una longitud de 40 m y el acceso dos también con 40.0 m, contará con dos carriles de circulación de 3.50 m de ancho y 4.5 m respectivamente, sin acotamientos, banquetas de 0.75 m a ambos lados y parapetos a cada lado de 0.25 m, para un ancho total de la estructura de 10.00 m.

En este apartado se presenta tres distintas perspectivas, cuál sería la evolución del SA, primero considerando la ausencia del proyecto, en segundo con la ejecución del mismo y finalmente el desarrollo del proyecto en conjunto con las medidas de mitigación propuestas.

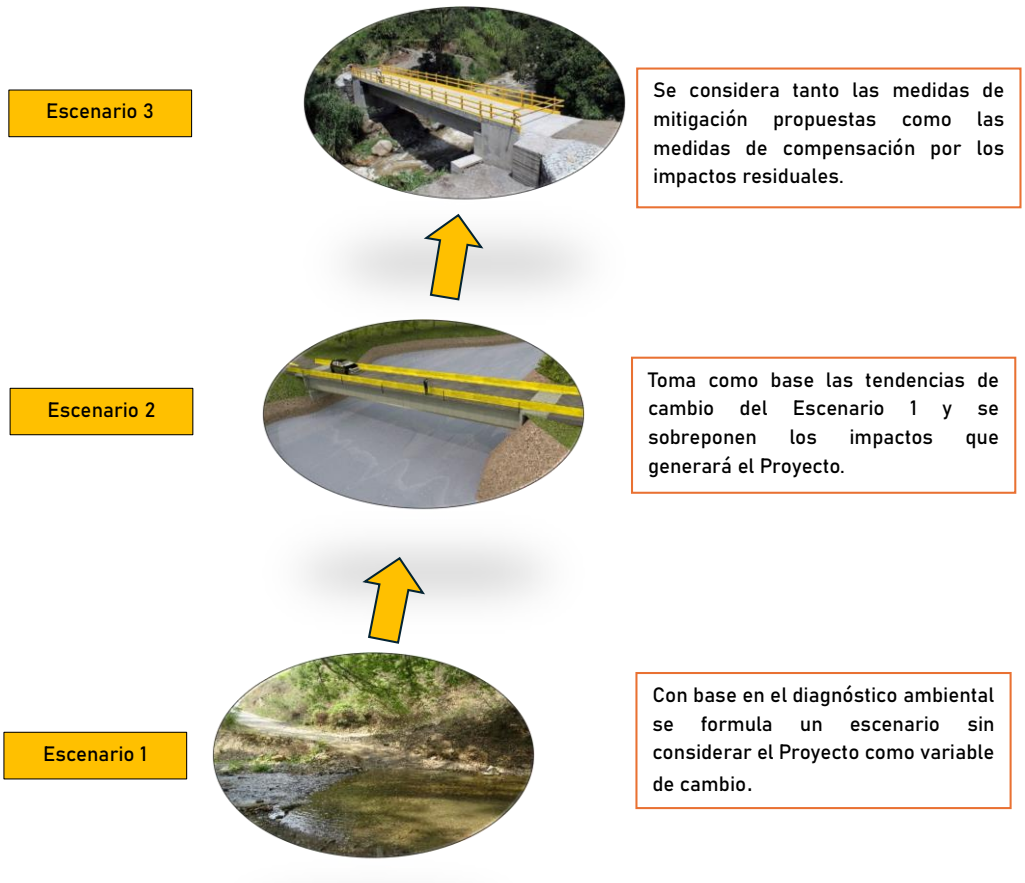


Figura 7. 1 Escenarios futuros y variables de cambio

Calidad del aire

Para la calidad del aire se consideró el registro de los monitores de calidad del aire ambiental AQI, en sus siglas en inglés y disponible en línea, en el que se encuentran datos de partículas PM2.5, PM10; CO monóxido de carbono; O_3, ozono; SO_2, dióxido de azufre y NO_2, dióxido de nitrógeno, estas mediciones indican el alcance de la contaminación del aire en un lugar en particular, teniendo la siguiente escala de valor:



Figura 7. 2 Monitores de calidad del aire AQI.

En la región donde se desarrollará el proyecto la calidad del aire se reporta como buena, a razón de las bajas concentraciones de los contaminantes, a considerar que en la zona no hay industria y los contaminantes generados por la quema de basura y los automóviles, son dispersados con facilidad por las corrientes de aire, evitando la concentración de partículas.

La tendencia en los próximos años, considerando la ausencia de la industria en la zona, el bajo incremento en el aforo vehicular, así como el menor crecimiento urbano, permite inferir que la tendencia de la calidad del aire en el SAR seguirá siendo buena, con algunos días de calidad moderada a pobre por eventos azarosos como son los incendios forestales.

Vulnerabilidad al cambio climático

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de vulnerabilidad, para el municipio de Guevea de Humboldt de acuerdo con INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Ficha Climática Oaxaca.

Vulnerabilidad al cambio climático

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de vulnerabilidad, para el municipio de Guevea de Humboldt de acuerdo con INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Ficha Climática Oaxaca.

Tabla 7. 1 Vulnerabilidad al Cambio Climático, Municipio de Guevea de Humboldt.

Vulnerabilidad	Clasificación
Producción forrajera ante estrés hídrico	NA
Incremento en distribución del dengue	Alto
Ganadería extensiva ante estrés hídrico	NA
Ganadería extensiva a inundaciones	Alto
Asentamientos humanos a deslaves	Muy alto
Asentamientos humanos a inundaciones	Alto

Fuente: INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Ficha Climática Oaxaca

En general, el municipio de Guevea de Humboldt, donde se desarrolla el proyecto presenta una baja vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, existe la tendencia al aumento de la temperatura, de acuerdo con los diagramas climáticos del sitio web *meteoblue,* (figura 7.2), en el cual se basan en simulaciones de modelos meteorológicos con datos de los años de 1979 al 2023, también se elaboró una gráfica (Figura 7.3) con los datos de la temperatura media anual con registros de los años de 1972 al 2023.

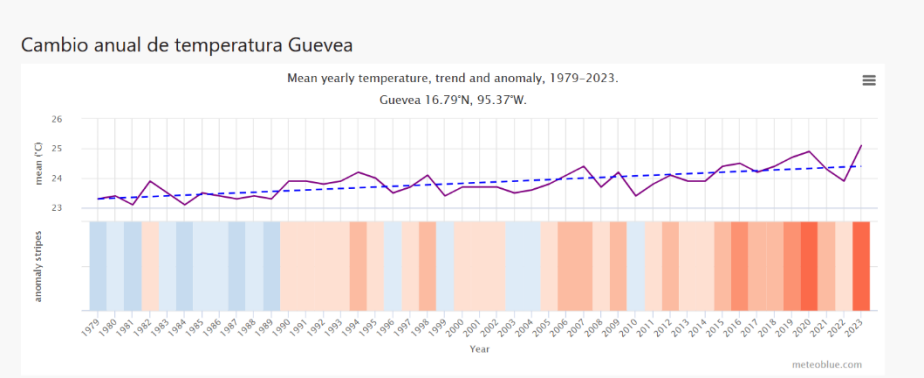


Figura 3. 1 Modelo de temperatura media anual en Técpan (1979 -2023).

Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/change/guevea_mexico _3527207

Disponibilidad del agua

Con los datos de CONAGUA respecto a la disponibilidad de aguas subterránea, del año 2016 al 2023, disminuyo el déficit en 2.106317 m^3 en el acuífero Tehuantepec, (Tabla 7.3).

Tabla 7. 2 Disponibilidad del Agua

Acuífero	Año	Disponibilidad anual	Fuente
Tehuantepec	2016	21.202369 m^3 (Déficit)	Diario Oficial de la Federación. 11/08/2016. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Tehuantepec, clave 2007, en el Estado de Oaxaca, Se ubica en la Región Hidrológica 22 Tehuantepec, cuenca del Rio Tehuantepec, Oaxaca.
	2023	19.097052 m^3 (Déficit)	CONAGUA. Subdirección General Técnica Gerencia de Aguas Subterráneas. 2024. Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Tehuantepec, estado de Oaxaca.

Deforestación

Conforme a la estimación de la tasa de deforestación en Oaxaca para el periodo 2001-2021 de CONAFOR, el valor mínimo de deforestación ocurrió en el año 2005 (15,899 ha) y el máximo en 2017 (20,520 ha), ver figura 7.2.

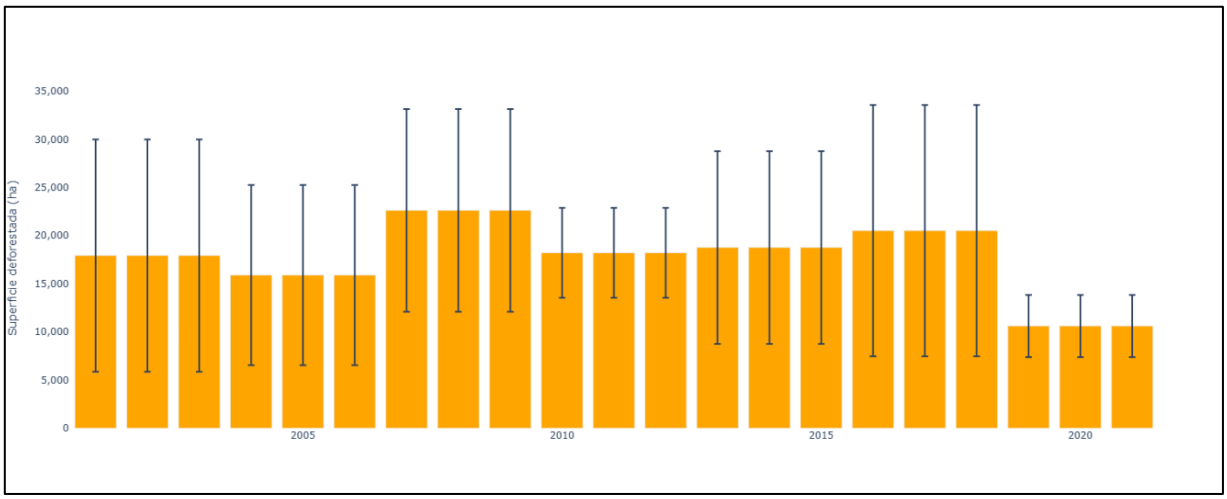


Figura 7. 3 Tasas anuales de deforestación del estado de Oaxaca desglosadas por transición

Fuente: CONAFOR, 2018. Estimación de la tasa de deforestación en México para el periodo 2001-2021 mediante el método de muestreo.

De acuerdo con CONAFOR (2018), el SAR se localiza en la ecorregión Sierras templadas donde la tasa de deforestación se ha mantenido baja.

Estado de conservación de la vegetación

Se tienen dos categorías referentes a la sucesión ecológica:

- Vegetación Primaria, considerada como la vegetación en un estado de equilibrio, no modificado por actividades humanas o acontecimientos naturales recientes.
- Vegetación Secundaria se define como vegetación de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras perturbadas por actividad humana (cultivos agrícolas, pastizal cultivado, potreros, entre otros) o acontecimientos naturales drásticos.

En el sitio del proyecto se inserta en su mayoría dentro de la microcuenca La microcuenca Guienagati / Guevea, esta regionalización fue en parte utilizada para delimitar la poligonal del SA, el cual está conformado por los tipos vegetación y usos de suelo de secundaria Arborea de Bosque de Pino- Encino (VSA/BPQ) en un 57.7 %, Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ) en 35.9% y Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña (VSa/BMM) en un 2.5 %, así como usos de suelo de Asentamientos humanos (AH) en un 3.9 %.

La degradación de la vegetación continuará gradualmente, respondiendo a diferentes causas, entre las que resaltan el desmonte para implementación de campos de cultivo que a su vez ocasiona erosión del suelo, otra causa es los asentamientos humanos que a su vez demandan servicios como apertura de caminos poder transitar vehículos e incendios favorecen la degradación de la vegetación.

Poblaciones de fauna

Al modificarse el hábitat puede aumentar la problemática de pérdida de biodiversidad faunística dentro del SA, puesto que las poblaciones cambian hábitos para adaptarse a las nuevas

condiciones; así como la posible afectación de algunas especies enlistadas en la NOM-059-2010. En SA se presenta especies en la Nom-059-Semarnat-2010.

Demanda de servicios de la población

Los servicios públicos agrupan una serie de actividades que proporcionan comodidad o bienestar a las personas, son fundamentales y desempeñan un papel esencial en el desarrollo económico y social, los administra el gobierno, como: el abastecimiento de agua, la educación, infraestructura de caminos de acceso, la recolección de basura, el transporte público y el correo.

7.1. Escenario ambiental tendencial sin considerar el proyecto

Escenario ambiental tendencial sin considerar el proyecto

Una de las variables importantes para analizar la dinámica ambiental de una zona donde se pretenda establecer el desarrollo de proyectos tanto de infraestructura urbana, como de infraestructura de comunicaciones, es conocer y comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de elementos naturales físicos, químicos y bióticos que se presentan en un tiempo y espacio determinados, así como la forma en que la población se apropia de estos elementos para satisfacer sus necesidades tanto de bienestar social como económico, que da como resultado la alteración de la dinámica de los ecosistemas. Esta interrelación puede ser analizada desde la delimitación del Sistema Ambiental.

7.2. Tendencias de cambio del sistema ambiental y escenario sin proyecto

Escenario ambiental considerado sin el proyecto

En este contexto se presenta la tendencia del SA en un escenario sin la realización del proyecto se muestra sin cambios relevantes y/o aparentes, en la calidad ambiental de los componentes evaluados, esto en un periodo de tiempo de corto (10 años) no obstante, existen factores que muestran una modificación y por lo tanto una tendencia a la disminución de la calidad, tal es el caso del aumento en evidencia antrópica, incremento de la presencia de cultivos y por consecuencia una disminución de la cobertura vegetal natural; estos cambios se distinguen principalmente en un periodo de tiempo amplio y se llevarán a cabo de forma gradual.

Tabla 7. 3 Sistema ambiental regional y escenario sin proyecto

Elemento	Afectación	Escenario tendencial a 10 años
Atmosfera	Emisiones de gases invernadero y partículas a la atmosfera.	Hay emisiones de gases invernadero a la atmosfera. En las la localidad de Guevea de Humboldt, es usual la práctica de quemar los residuos debido a que no hay suficientes camiones recolectores de basura, pero el humo generado suele dispersarse en las grandes extensiones de vegetación forestal en el SA. Los incendios forestales son las

		principales fuentes de emisión de contaminantes. Con la tendencia actual de aumento de automotores y al tratarse de un puente y camino en operación habrá un aumento emisiones de gases.
Clima	Cambios en el Microclima	Variaciones y cambios en el clima por la el cambio climático global.
Agua	Contaminación de los escurrimientos superficiales, intermitentes y perennes dentro del SA, así como de los acuíferos subterráneos existentes en la zona.	Los cuerpos de agua presentan problemas por contaminación de residuos, agroquímicos y materia orgánica. El acuífero al que pertenece el proyecto no está sobreexplotado.
Suelo	Erosión del suelo, Pérdida de capa fértil, alteración de las características edáficas.	Erosión del suelo por la eliminación de la vegetación primaria, se presenta mayor tendencia a la pérdida de la capa fértil y alteración de las características edáficas siendo más susceptibles los terrenos de pendientes moderadas a fuertes.
Flora	Perdida de la cobertura vegetal	En los últimos años se ha incrementado el cambio de uso suelo, situación que podría continuar mientras no se desarrollen programas de recuperación y conservación.
Fauna	Perdida de hábitats y disminución de poblaciones	Con la pérdida de la vegetación se incrementa la afectación a las poblaciones de fauna, igualmente sin campañas de concientización para evitar la cacería.
Paisaje	Calidad Visual.	No se considere mejore o disminuya la calidad visual del SA.
Social	Cambio progresivo de costumbres y hábitos culturales ocasionados por la migración y en las comunidades complicado acceso a los servicios que ofrece la cabecera municipal de Guevea de Humboldt.	El difícil acceso a un empleo, así como a los servicios impulsa la migración que a la vez genera cambios en los hábitos, costumbres y estilos de vida de la población, en este caso, hay migración local hacia otros municipios del estado.
Económico	Sin la existencia de alguna infraestructura segura para	Sin la construcción del puente existente aumentan los riesgos de accidentes, lo que

	cruzar el Arroyo Nisavia se afecta la movilidad lo que aumenta el costo de acceso a la canasta básica y a la venta de sus productos.	a su vez puede resultar en costos mayores para los usuarios.

7.3. Escenario ambiental considerando el proyecto sin medidas de mitigación

El sistema ambiental presenta un deterioro ambiental debido a las actividades antrópicas, considerando el proyecto que podría tener efectos negativos ocasionados por la construcción y operación y mantenimiento. Tomando estos criterios se considera la construcción del proyecto dentro del sistema ambiental y los efectos que podría generar sobre este, sin las medidas de mitigación.

De forma similar los procesos de cambio esperados hacia los factores como crecimiento urbano, presencia de zonas cultivos, serían poco notorios principalmente a corto plazo y se generarían de forma gradual, no obstante, generan cambios tanto en la cubierta como en la naturalidad de la vegetación. Para factores como el suelo y el agua, y debido a las modificaciones que implicaría la obra y sin la elaboración de las correctas medidas de mitigación, con alta probabilidad incrementarán la problemática actual de degradación y erosión de suelo. Estos impactos se presentarían de forma inminente a la realización del proyecto, ya que actividades como el desmonte, la remoción de tierra, cortes, excavaciones etc. podrían afectar el cauce del Arroyo Nisavia.

Tabla 7. 4 Escenario ambiental considerado el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación.

Elemento	Afectación	Tendencia
Atmosfera	Emisión de gases contaminantes (CO2, Nox, CO, etc) por la llegada de la maquinaria, de material y de vehículos.	Generación de polvos, ruido y gases contaminantes por el uso de la maquinaria y equipo pesado, además de la generación de partículas PM2.5 y PM 10 por el desmonte, despalme, terraplenes y excavaciones. Son efectos temporales.
Clima	El desmonte de la vegetación afectada provocará la disminución de la captura de carbono; al eliminarse el efecto sombra que generan los árboles se incrementará la temperatura a nivel del suelo.	Con el desmonte y pavimentación, se incrementará la temperatura localmente ocasionando modificaciones al microclima adyacente al puente y sus accesos.
Geomorfología	Laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época	No se realizarán cortes, solo excavaciones en caja.

	de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.	
Agua	Contaminación de los escurrimientos, principalmente Arroyo Nisavia afectación a la calidad del agua por arrastre de sedimentos.	Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán volúmenes de materiales sueltos productos del movimiento de tierra, mismos que pueden ser arrastrados a los cuerpos de agua. El resultado será la alteración en la calidad del agua, de igual manera afectación contaminación del agua por arrojo de los residuos y sedimentos.
Suelo	Se perderá la capa más fértil del suelo durante el despalme y los cortes, conllevando a la erosión al que quedará expuesto.	Estas afectaciones se presentarán durante las etapas de preparación de sitio y construcción, principalmente cuando se lleve a cabo el despalme y cortes se perderá la capa fértil y se modificarán los procesos de infiltración por compactación. Por la realización de los cortes, se perderán los horizontes del suelo, quedando expuesto a la erosión hídrica y eólica.
Flora	Perdida de la cobertura vegetal durante las etapas de desmonte y despalme.	Durante las actividades de desmonte y despalme se perderá la cobertura vegetal de lo que trae como consecuencia mayor deterioro al SA, se afectará el tipo de vegetación riparia en una superficie de 236 m^2.
Fauna	Afectación a ejemplares	Aunque se trata de un camino y puente existente puede localizarse fauna en las áreas de afectación, y en los sitios de las obras provisionales, ocasionando mortandad en algunas especies de baja movilidad. Los trabajadores pueden cazar o molestar a la fauna.
Paisaje	Calidad Visual.	En la etapa de construcción se afectará la calidad visual por el incremento de vehículos, maquinaria, generación de polvo y residuos, una

		vez operando el puente y los accesos no habrá incidencia en la calidad visual.
Social	Migración y acceso a servicios	No hay afectación
Económico		En el escenario modificado por el proyecto se prevé el transito más rápido y seguro de los pobladores de las comunidades cercanas al camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec. También implica la generación de fuentes empleos temporales.

7.4. Análisis del escenario ambiental tendencial con proyecto y con medidas de mitigación.

Tomando este criterio exponemos el escenario ambiental en donde se considera el proyecto y las medidas de mitigación propuestas.

Aunque el SA muestra una alteración en sus ecosistemas el proyecto en particular generará modificaciones puntuales en los elementos bióticos y abióticos en el lugar de realización de los trabajos, si se toman en cuenta las medidas de mitigación y compensación propuestas, estas afectaciones reducirán sus efectos sobre dichos elementos, pudiendo llegar a generar procesos de restauración. Bajo este contexto, exponemos el escenario ambiental tendencial del sistema, en donde se considera el proyecto y las medidas de mitigación planteadas.

Tabla 7. 5 Escenario ambiental tendencial con proyecto y medidas de mitigación.

Elemento	Afectación	Tendencia
Atmosfera	Ruido y emisiones contaminantes	Los automóviles deberán contar con las verificaciones de baja emisión de contaminantes a la atmósfera, sin embargo, aunque la maquinaria dedicada a la industria de la construcción está exenta de esta normativa, la contratista deberá realizar el mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos conforme a normas vigentes, con el objetivo de reducir la emisión de diferentes gases. El ruido no es mitigable, sin embargo, puente no se ubica dentro de un centro de población, por lo que no afectará a los pobladores, se deberá cumplir con un horario diurno.

Clima	Cambios en el clima.	Se realizará un programa de restauración forestal en .5 ha, aunque es una mitigación a mediano plazo cuando se haya garantizado la sobrevivencia de las plantas se pronostica que haya cambios en el microclima.
Geomorfología	La remoción de la vegetación y el despalme modifica la adhesión de las partículas de los horizontes dejando las laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.	No se realizarán cortes, solo excavaciones.
Agua	Incremento de sedimentos y afectación de la calidad del agua.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se vigilará que no se arrojen sedimentos, ni contaminantes y en caso de algún vertimiento accidental, se ejecutarán acciones emergentes para la limpieza del sitio. Se colocarán sanitarios portátiles, 1 por cada 12 trabajadores y contenedores para la disposición de los RSU.
Suelo	Pérdida de capa fértil, alteración de las características edáficas y contaminación.	Estas afectaciones se llevarán a cabo durante la etapa preparación del sitio y construcción, principalmente cuando se lleve a cabo el despalme, en esta primera etapa se perderá la capa fértil, se modificarán los procesos de infiltración por compactación, se espera que las afectaciones al suelo sean permanentes solo en el área de rodamiento y obras complementarias del proyecto y que sea temporal en los predios utilizados para las obras provisionales, es en estos últimos donde se restaurará el suelo, así como en los terraplenes se revegetará para proteger el suelo. El manejo adecuado de residuos evitará sea contaminado el suelo por este factor, así como la vigilancia en las reparaciones de la

		maquinaria evitarán la disposición de residuos peligrosos en el suelo.
Flora	Perdida de la cobertura vegetal.	El proyecto afectar una superficie de 1589.3 m^2. la mayor parte de este se desarrolla sobre el camino existente, el cual tiene una superficie de 629 m^2 y sobre usos de suelo de vegetación ruderal arvense con una superficie de 213.1 m^2, cercos vivos con una superficie de 172.1m^2, asentamientos humanos con una superficie de 230.1 m^2 y solo se afectará 236 m^2 de vegetación riparia. Por lo que se implementarán los programas de Rescate y Reubicación de Flora silvestre y el programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos, este último se monitoreará dos años para garantizar la sobrevivencia de al menos el 80% de la planta con el objetivo de recuperar la cobertura vegetal afectada.
Fauna	Fragmentación de habitas, efecto barrero.	Durante la construcción del proyecto se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de fauna, se rescatarán y reubicarán especies susceptibles por su baja movilidad como anfibios y reptiles, se realizarán ausentamientos de fauna antes de iniciar los trabajos de maquinaria.
Paisaje	Calidad escénica	La afectación a la calidad escénica con la construcción del puente y sus accesos es moderada en la etapa de construcción y mínima en la etapa de operación.
Social	Migración y acceso a servicios	Se pretende que, con la construcción del puente, se facilite la movilidad urbana lo cual facilitará el acceso a servicios.
Económico	Empleo temporal y movilidad	Se pretende que con la construcción del puente se garantice el tránsito seguro sobre el camino existente en el cruce del Arroyo Nisavia. Durante los 6 meses de construcción del proyecto se dará empleo temporal.

Durante los trabajos de construcción del Puente vehicular, se llevarán a cabo el conjunto de medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales generados; tanto la ejecución de las mismas, como su efectividad y la aparición de impactos no previstos o el agravamiento de los ya existentes, serán objeto de un control y vigilancia. De acuerdo a lo ya antes expuesto, la prevención y protección ambiental es de suma importancia, pues ambas siempre se complementan por lo que es importante mencionar que se considera incorporar a profesionista o especialista para la ejecución de las medidas de mitigación y quien además coordine las acciones con todo el personal que participa en la construcción del puente y sus accesos.

7.5 Evaluación de alternativas

El Proyecto se desarrollará sobre el camino existente, para el cruce del Arroyo NIsavia, en el sitio donde actualmente existe un puente en malas condiciones. No se proponen sitios alternativos, toda vez que el análisis del proyecto ejecutivo cuya base se desarrolló del trabajo de ingeniería, hidrología e hidráulica, geotecnia, además de la información cartográfica y otros aspectos ambientales, indicaron que la construcción del puente y sus accesos es la opción más viable en términos de ingeniería vial, económicos y ambientales para evitar mayores afectaciones al ambiente y al Cause del Arroyo Nisavia en el cruce actual.
Se elaboraron otras propuestas para definir el tipo de estructuración a desarrollar y el trazo definitivo del puente, incluyendo accesos y se eligió la que presenta menos afectaciones y mejora sustancialmente el área hidráulica del cauce.

Las afectaciones de mayor impacto se presentarán durante la etapa preparación del sitio y construcción en los elementos de flora y agua, sin embargo, es importante tomar en cuenta que el proyecto contempla los accesos del puente, y la mayoría de la superficie corresponde al camino actual, es decir el área ya se encuentra perturbada por las actividades antrópicas. No obstante, el proyecto no representa un factor de alto impacto que produzca variaciones a una escala geográfica mayor, esto debido a que se trata de un camino de bajo afore vehicular.

En relación al componente biológico, no se observaron impactos adicionales ya que se trata de un área alterada, se propone medidas de prevención, mitigación y compensación de tal manera que se reduzcan los impactos generados. La construcción del puente responde a la necesidad que el camino Guevea de Humboldt – Ixcuintepec sea una vía de comunicación continua por lo que se requiere construir una obra hidráulica.

Considerando el desarrollo de las diferentes actividades propuestas dentro del plan de obra, las características del proyecto planteado y las condiciones actuales del sistema ambiental en donde se realizará, se considera que el mismo **es viable ambientalmente** debido a que el mismo no generará nuevos procesos de deterioro en la zona toda vez que se trata de la construcción y mejora de un puente. Y de forma complementaria se desarrollarán medidas de mitigación ambiental que permitirán reducir el impacto negativo final del proyecto aquí planteado.

8. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental

8.1 Marco de referencia

8.2 Anexo fotográfico

8.3 Mapas Temáticos

8.4 Coordenadas UTM

8.4.1 Coordenadas de la poligonal del SA

8.4.2 Coordenadas de la poligonal del AI

8.4.3 Coordenadas del eje del proyecto

8.5 Listados

8.5.1 Listado Florístico

8.5.2 Listado Faunístico

8.6 Análisis Ecológicos

8.6.1 Flora

8.6.2 Fauna

8.7 Programas Ambientales

8.7.1 Programa de rescate y reubicación de flora

8.7.2 Programa de rescate y reubicación de fauna

8.7.3 Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos

8.7.4 Programa de Vigilancia Ambiental

8.7.5 Estudio Técnico Económico

8.7.6 Impacto sociodemográfico

8.7.6.1 Asamblea comunitaria

8.8 Responsables Técnicos y Cartas de Decir Verdad

8.9 Proyecto Ejecutivo

8.10 KMZ del proyecto (digital)



Puente vehicular "Guevea de Humboldt", ubicado en el km 1+796.36, sobre el camino Guevea de Humboldt - Ixcuintepec, con longitud aproximada de 48.74 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

8.2 Anexo Fotográfico



1. Estado actual del sitio

8.2 Anexo Fotográfico

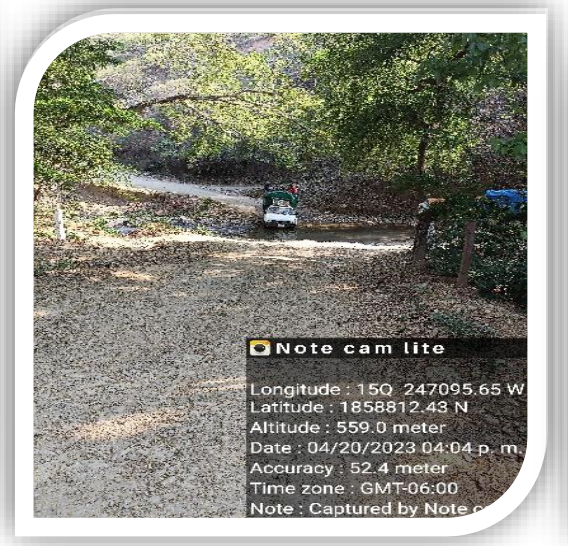






Fotografía 1, 2, y 3 del sitio del proyecto, con corriente de agua Nizavia. Aguas arriba y aguas abajo. Km 1 +796.36 sobre el camino Guevea de Humboldt- Ixcuintepec.







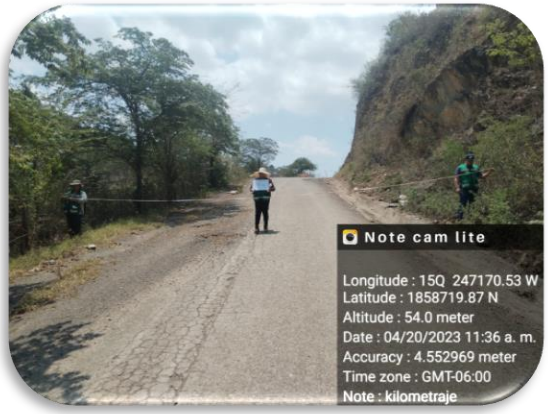
Fotografías del sitio del proyecto con coordenadas. 1 y 2 accesos y paso vehicular. 3: paso peatonal para cruzar el río Nizavia.

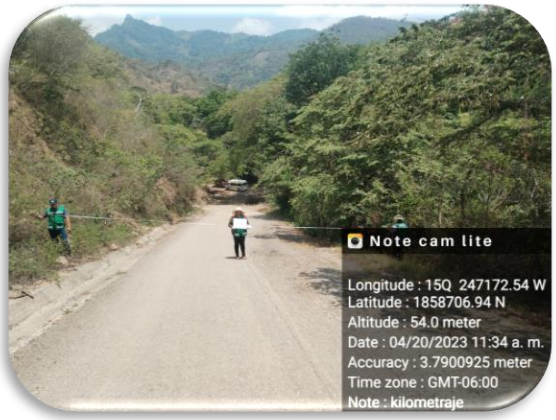






Fotografías del sitio del proyecto. 1. Lugar cercano al sitio con puente peatonal para el cruce de estudiantes a invernadero "sembrando vida". 2. Recorrido en la corriente del río Nizavia cercano al sitio. 3. Vista lateral del sitio.







Fotografía 1 y 2; Medición del ancho del camino en los accesos al puente. Fotografía 3 continuación del camino que conecta el puente hacia Ixcuintepec.



2. Componentes bióticos: “Flora”







1. *Acrocomia aculeata, Cocoyul*
2. *Pilocarpus racemosus*
3. *Enterolobium cyclocarpum, Parota*

Vegetación localizada en el sitio

8.2 Anexo Fotográfico







1. *Quercus rugosa*, Encino quiebra hacha
2. *Pilocarpus racemosus barbadensis*
3. *Coccoloba*

Vegetación localizada en el sitio



2. Enterolobium cyclocarpum, guanacastle o parota



1. Vegetación ruderal donde se establecerá el puente. Localidad Guevea de Humbolt

8.2 Anexo Fotográfico







1. Trixis inula

2. Annona squamosa, anona

3. Imagen panorámica del Sistema Ambiental Guevea de Humbolt

8.2 Anexo Fotográfico







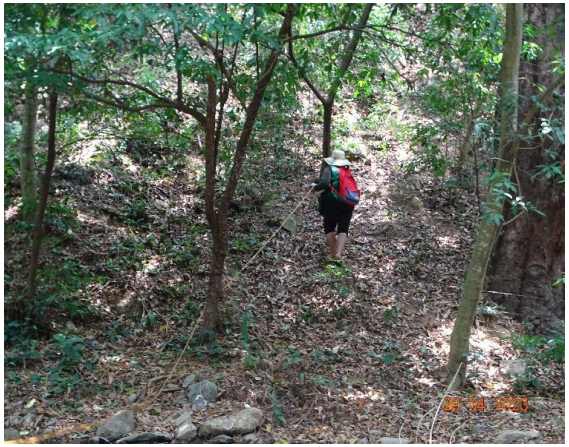
1. Toma del DAP de árboles en el área de influencia (AI)

2. Marcación de árboles a remover en el AI

3. Toma del DAP de árboles del sistema ambiental (SA

8.2 Anexo Fotográfico







1. Cuadrante en la vegetación rivereña AI 2. Toma de datos de vegetación el sistema ambiental 3. Cuadrante en la vegetación rivereña AI

8.2 Anexo Fotográfico







1. Toma de datos de vegetación el sistema ambiental

2. Cuadrante en la vegetación rivereña AI

3. Toma del DAP de un árbol de *Quercus* en el SA

8.2 Anexo Fotográfico



2. Componentes bióticos: “Fauna”

Avistamientos







1. *Cathartes aura*

2. *Masticophis mentovarius*

3. *Holcosus undulatus*

Avistamientos







1. *Cassiculus melanicterus*

2. Cuniculus paca

3. Sciurusd eppei

8.2 Anexo Fotográfico

Avistamientos







1. *Buteogallus urubitinga*

2. Coragyps atratus

3. Pitangus sulphuratus

8.2 Anexo Fotográfico

Avistamientos







1. *Quiscalus mexicanus*

2. Poeciliopsis fasciata

3. Pseudothelphusa sulcifrons

Muestreo







1. *Quiscalus mexicanus*

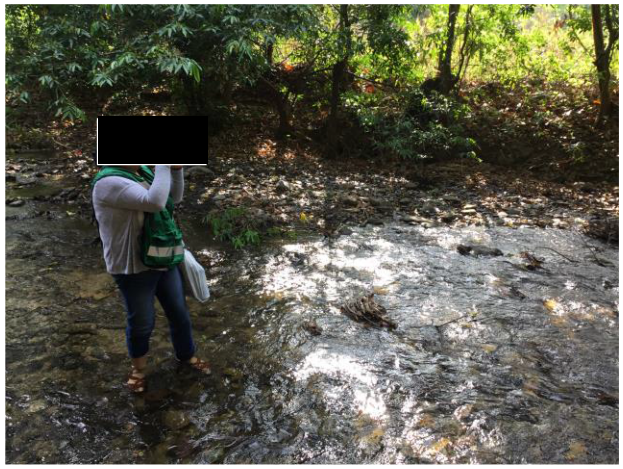
2. Poeciliopsis fasciata

3. Pseudothelphusa sulcifrons

Muestreo







1. Búsqueda de estación de observación de aves
2. Trampa tomahawk
3. Observación de aves

8.2 Anexo Fotográfico



3. Componentes abióticos

8.2 Anexo Fotográfico

Agua







1.Muestreo de la calidad de agua

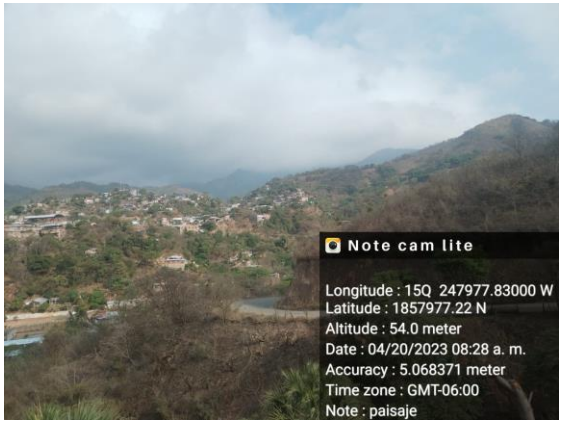
2. Muestreo de agua

3. Testigo

8.2 Anexo Fotográfico

Suelo





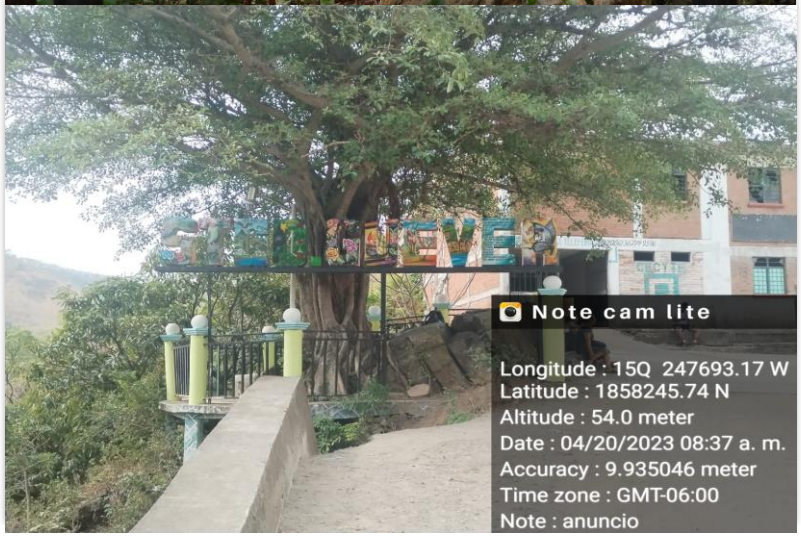


1.Suelo Acrisol Humico

2. Vista Panorámica

3. Vista Panorámica





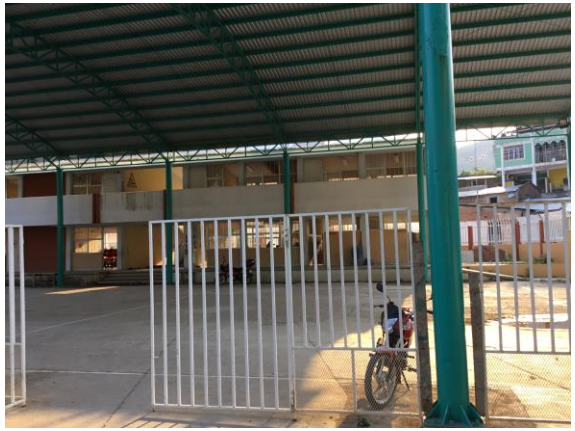
3. Componentes antrópicos

8.2 Anexo Fotográfico

Infraestructura social







1. Escuela Preparatoria CECYTE.
2. Centro de Salud de Guevea
3. Escuela Primaria

8.2 Anexo Fotográfico

Infraestructura social







1. Tiradero Municipal
2. Edificio Religioso
3. Vehículos de servicio público para atender a las localidades

8.2 Anexo Fotográfico

Actividades comerciales realizadas cercanas al sitio







1. Proyecto piscícola a lado del Rio Nizavia 2. Instalaciones educativas abandonadas por crecida del rio. 3. Invernadero “sembrando vida”

8.2 Anexo Fotográfico

Consulta de los pueblos indígenas







1, 2 y 3. Reunión informativa y de consulta a la población , con asistencia de agentes de localidades, habitantes en general y autoridades municipales

8.2 Anexo Fotográfico

Usuarios







8.2 Anexo Fotográfico