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**

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

# MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

# MODALIDAD PARTICULAR

CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR “MALACATEPEC”, UBICADO EN EL KM 17+500, SOBRE EL CAMINO E.C. (SANTA ISABEL DE LA REFORMA- SAN LUCAS CAMOTLÁN)- SANTIAGO MALACATEPEC, CON LONGITUD APROXIMADA DE 30.13 M MAS ACCESOS EN EL ESTADO DE OAXACA

PROMOVENTE:
SICT -CENTRO OAXACA

**Tabla de contenido**

CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....5
I.1 PROYECTO....5
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO....5
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO....5
I.1.3.- TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO....7
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE....7
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL....7
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (R.F.C). ....7
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. ....7
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES....7
I.3.- RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL....8
CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....9
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO....9
II.1.1. JUSTIFICACIÓN....9
II.1.1. OBJETIVOS....10
II.1.1. ANTECEDENTES....10
II.1.2. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO....13
II.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA. ....18
II.1.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS....18
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO....18
II.2.1. Programa general de trabajo. ....21
II.2.2 Representación gráfica regional ....23
II.2.3 Representación gráfica local....23
II.2.4 Dimensiones del proyecto ....24
II.2.5 Informe topohidraulico-hidrologico....25
II.2.7. PRELIMINARES Y CONSTRUCCIÓN ....27
II.2.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO....37
II.2.9. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO....38
II.2.10. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS....38
II.2.11. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA....38
II.2.12 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO....39
CAPITULO 3: VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO....40

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO .....40
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO .....40
III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DE OAXACA.....44
III.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....49
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....49
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR .....51
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS .....51
III 5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.....51
III 5.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....53
III.5.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS .....54
III.5.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS.....55
III.5.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA´S).....56
III.5.7 CONVENIO RAMSAR .....58
III.5.8 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT) ....58
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION .....60
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....60
IV.1.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL. .....61
IV. 2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL .....67
IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS.....67
IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS .....76
IV.2.3 PAISAJE.....118
IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO .....120
IV.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....123
CAPITULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES....129
V.1.-IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....129
V.1.1.-METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....130
V.2.-CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....131
V.2.1.-INDICADORES DE IMPACTO.....137
V.3.- VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS .....138
V.3.1 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN).....152
V.3.2 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN).....154
V.4.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN .....157

VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....167
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....167
VI.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....179
CAPÍTULO VII: PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....203
VII.1.- ESCENARIO ACTUAL.....203
VII.2.- DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO (SIN MEDIDAS).....207
VII.6- DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....211
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....214
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....214
VII.6.- CONCLUSIONES.....215
CAPITULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....216
VIII.1.-FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....216
VIII.2.-FOTOGRAFÍAS.....216
VIII.3.- VIDEOS.....216
VIII.4.-OTROS ANEXOS.....216
VIII.5.- GLOSARIO DE TÉRMINOS.....216
BIBLIOGRAFÍA.....218

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

## I.1 PROYECTO

### I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR “MALACATEPEC”, UBICADO EN EL KM 17+500 SOBRE EL CAMINO E.C. (SANTA ISABEL DE LA REFORMA- SAN LUCAS CAMOTLÁN)- SANTIAGO MALACATEPEC, CON LONGITUD DE 30.13 M. MAS ACCESOS, EN EL ESTADO DE OAXACA.

### I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con las coordenadas de ubicación del proyecto, este se localiza en el km 17+500, sobre el camino E.C. (Santa Isabel de la Reforma- San Lucas Camotlán)- Santiago Malacatepec, correspondiente al municipio de San Juan Mazatlán, dicho municipio se localiza en el oeste del estado, en la zona de transición de la Sierra Mixe al Istmo de Tehuantepec, así mismo, forma parte de la región Sierra Norte y del distrito Mixe.

A continuación, se presentan imágenes de Macrolocalización y localización del proyecto en cuestión.

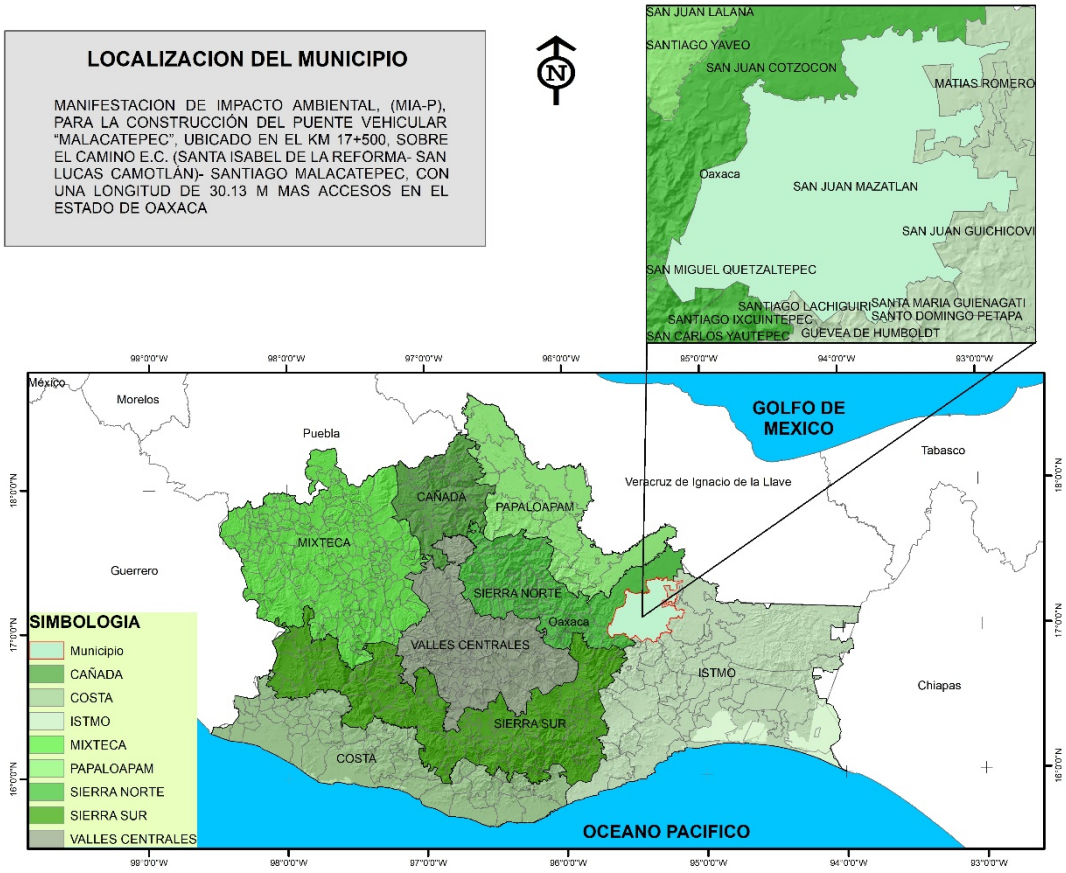



**Imagen 1.- Localización del municipio de San Juan Mazatlán, donde se construirá el puente.**

El sitio de estudio donde se proyectó el puente se localiza precisamente en el km 17+500 de la carretera de terracería que comunica del E.C. (Santa Isabel de la Reforma – San Lucas Camotlán) a Santiago Malacatepec, así

como con algunas rancherías y localidades y el mismo municipio de San Juan Mazatlán, con una longitud de 30.13 m más accesos de 40 m en la entrada del puente y 40 m en la salida del puente , en el Estado de Oaxaca.

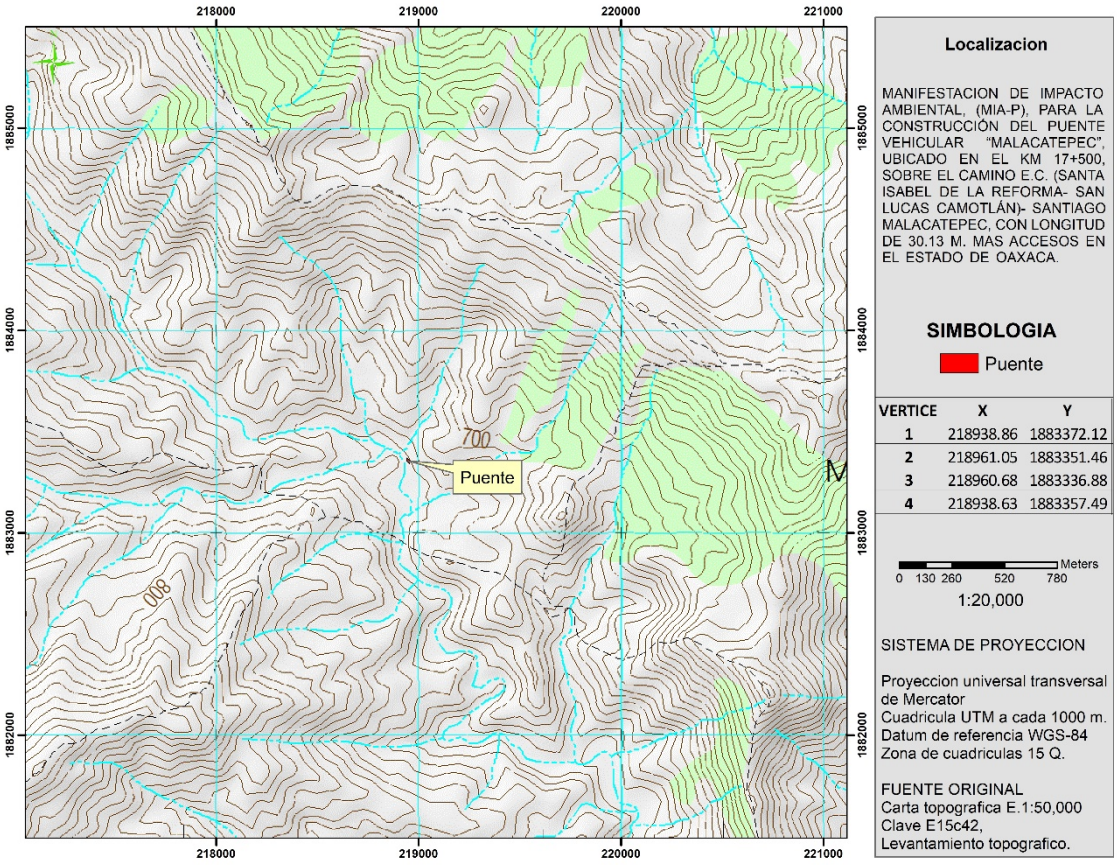



**Imagen 2.- Localización del proyecto, Puente Vehicular "Malacatepec".**

La ubicación de los extremos de los puentes, se presentan en formato UTM, en datum de referencia WGS-84, equivalente al ITRF-92 utilizado en la cartografía del INEGI, la zona de cuadriculas que corresponde es la Zona 15 Q, las coordenadas fueron tomadas en los extremos del puente que comprende el estudio con el apoyo de un Geoposesionador satelital (GPS), de la marca Garmin Modelo 64 Sx.

**Tabla 1.-** Coordenadas UTM de la ubicación de los puentes que comprenden el proyecto en estudio.

| VERTICE | X | Y |
|---|---|---|
| **1** | 218938.86 | 1883372.12 |
| **2** | 218961.05 | 1883351.46 |
| **3** | 218960.68 | 1883336.88 |
| **4** | 218938.63 | 1883357.49 |

Las coordenadas presentadas se plasmaron en un mapa de localización con la imagen de satélite, obtenida mediante la aplicación ArcMap correspondiente al Software ArcGis versión 10.3, obteniendo como resultado el mapa de localización del puente, la cual se muestra en la siguiente Imagen.

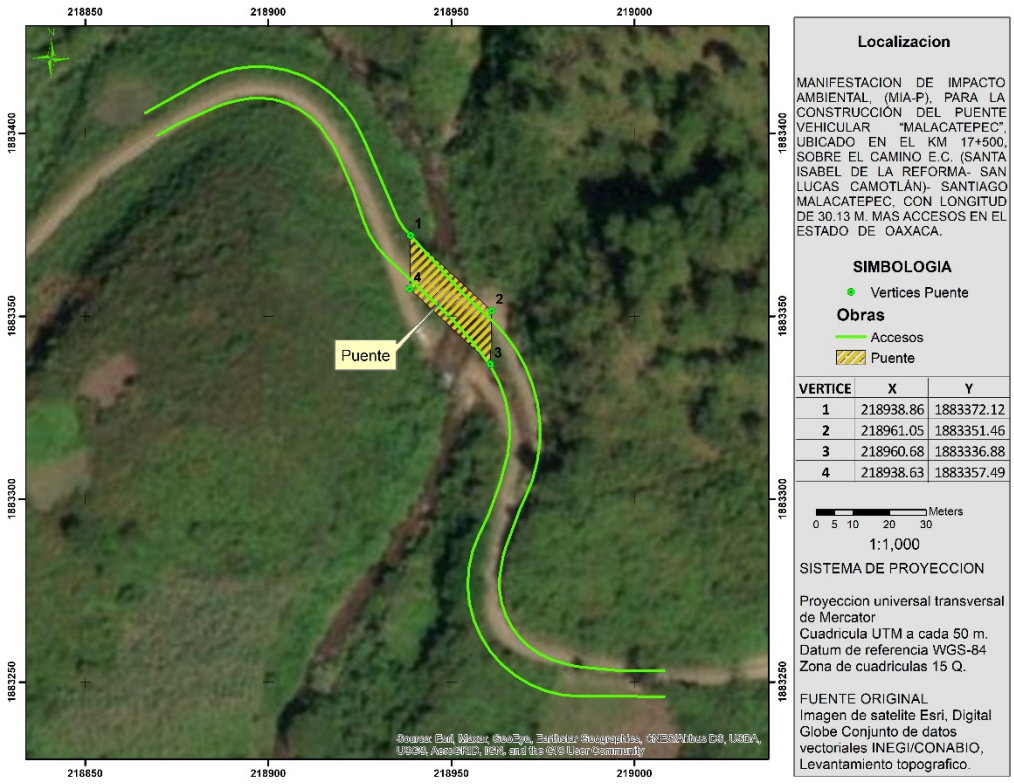



**Imagen 3.- Localización del proyecto con respecto a la localidad de Santiago Malacatepec.**

### I.1.3.- TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se tiene proyectado que el tiempo de vida útil del puente será como mínimo de 50 años, el puente se mantendrá en constante mantenimiento y por naturaleza propia no se considera el abandono de este. Las actividades de construcción no incluirán algún tipo de actividad riesgosa.

### I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Secretaria de Comunicaciones y Transportes Centro SCT Oaxaca

### I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (R.F.C).

[redacted]

### I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

Ing. Jose Luis Chida pardo

Director General

### I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Calle. Segunda Sur # 216

Colonia. Cuauhtémoc, Oaxaca

Estado Oaxaca, Oax.

[redacted]

**I.3.- RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Corporativo de Ingeniería Civil, Diseño, Gerencia y Supervisión S.A de C.V.
Ing. Omar Padilla Carrera

# CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes "Centro S.C.T. Oaxaca" promueve el proyecto de construcción del puente vehicular "Malacatepec" ubicado en el km 17+500 sobre el camino E.C. (Santa Isabel de la Reforma-San Lucas Camotlán)- Santiago Malacatepec, con una longitud de 30.13 m; más accesos de 40 m en la entrada del puente y 40 m en la salida del puente, el ancho de calzada de 7.00 m; presenta un parapeto mixto tipo SCT T-34.4.1 y banquetas de 1.00 m. de ancho, para formar un ancho total de 9.00 m., el cual dará servicio a dos carriles de circulación de 3.50 m. c/u., a este ancho de calzada se le suman las guarniciones y colocación de parapeto metálico, en el Estado de Oaxaca. Este proyecto forma parte de la infraestructura de carreteras y puentes del estado de Oaxaca, con el objetivo de fomentar la prosperidad en el estado y el tránsito fluido del transporte en el mismo.

Para la realización de este proyecto se contemplaron los estudios necesarios para cumplir con la normatividad requerida por las diferentes instancias y que garanticen la viabilidad del proyecto. La combinación de los diferentes estudios asegura el correcto funcionamiento de la obra a construir, así mismo se requiere de la presente manifestación de impacto ambiental para complementar y asegurar la sustentabilidad del medio ambiente y así mismo los impactos negativos que resulten por los trabajos de construcción del puente vehicular sean contrarrestada o reducida mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación, utilizando las mejores técnicas y metodologías en los diferentes procesos que se contemplan en la presente manifestación y que se describirán a lo largo de los diferentes capítulos que se presentan en este documento.

### II.1.1. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de diseñar y construir la estructura ubicada en el km 17+500 del camino E.C. (Santa Isabel De La Reforma-San Lucas Camotlán) - Santiago Malacatepec porque actualmente la estructura que da servicio para el cruce de Arroyo se encuentra en condiciones de riesgo para la población.

El puente se ubica sobre el camino antes mencionado entre las comunidades de San Pedro Chimaltepec y Santiago Malacatepec en el municipio de San Juan Mazatlán.

De acuerdo a las dimensiones y características del cauce para la construcción del puente, se llevaron a cabo los estudios y cálculos requeridos en función de la Normativa vigente por parte de la Conagua, SCT y demás aplicables.

El puente se modificó en una longitud adecuada, derivado del comportamiento hidráulico del cauce cuya desembocadura se encuentra muy próxima ligándose al río con una caudal muy considerable, lo que hace necesaria diseñar la longitud adecuada

El Proyecto del Puente ubicado en el km 17+500 del camino E.C. (Santa Isabel De La Reforma-San Lucas Camotlán) - Santiago Malacatepec se trata de una obra de infraestructura económica de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, ubicada entre las comunidades de San Pedro Chimaltepec y Santiago Malacatepec en el municipio de San Juan Mazatlán. La estructura es necesaria para cruzar el Rio y darle continuidad al camino del programa de cabeceras municipales.

Actualmente los pobladores y usuarios del camino cruzaban el arroyo mediante una estructura elaborado por la comunidad a base de troncos de madera que permitían el funcionamiento hidráulico del arroyo, sin embargo, dichos troncos muestran inseguridad en tiempo de lluvias, quitándole la seguridad al cruce

Por la problemática de seguridad, actualmente el cruce en el arroyo se hace mediante una estructura de troncos de madera, lo que genera que en épocas de lluvia no se presente un adecuado funcionamiento de la corriente impidiendo la comunicación

En el marco técnico, para garantizar eficiencia, calidad y durabilidad de las obras se están ejecutando la realización de Estudios y Proyectos ejecutivos para cada puente para tener la posibilidad de posteriormente ejecutar su construcción.

**II.1.1. OBJETIVOS**

- Realizar la construcción de un puente vehicular de dos carriles de circulación que eficiente el flujo vehicular y dar mejores condiciones de vida a las localidades cercanas al área de construcción del puente, pertenecientes al Municipio de San Juan Mazatlán.

El proyecto de construcción del puente existente se trata de una obra civil, que responde a una necesidad de construir una infraestructura acorde a las condiciones hidrológicas e hidráulicas del Rio, esto dado que por la circulación del camino donde se ubica, comunica a diferentes localidades y rancherías, entre ellas la más próxima al puente es Santiago Malacatepec, en el municipio de San Juan Mazatlán, por lo que se requiere de la construcción de un puente vehicular con características necesarias para soportar el flujo vehicular.

**II.1.1. ANTECEDENTES**

El puente es una obra de infraestructura artificial, utilizada para librar diferentes obstáculos y en diferentes situaciones, o como en este caso para librar el río siendo que en forma convencional, se considera que las obras de drenaje que tienen un claro mayor de 6.00 m. se clasifican como obras de drenaje mayor y generalmente se les denomina como “Puentes”, como es el caso de este proyecto, y dado que en el sitio del proyecto existe un cruce sobre el arroyo por lo que se requiere de la construcción de un puente vehicular.

Para la construcción de un puente es necesaria la realización de los diversos estudios, los cuales fueron presentados para evaluar las condiciones materiales y actividades a realizar en los trabajos de construcción de del puente; dentro de los estudios que se realizaron y los cuales fueron contemplados para la evaluación en material de impacto ambiental se encuentran:

- Estudio topo-hidráulico
    - Estudio Hidráulico
    - Estudio Hidrológico
- Mecánica de suelos
- Memoria de cálculo estructural
- Planos estructurales
- Presupuesto

En el Km 17+500 del E.C. (Santa Isabel de la Reforma – San Lucas Camotlán) – Santiago Malacatepec, en el Municipio de San Juan Mazatlán se proyecta un camino hacia la comunidad de Santiago Malacatepec lo que implica la construcción de un puente nuevo, sus coordenadas geográficas son 17°02'1.78" latitud norte y 95°38' 23.92" longitud oeste, el cual se ubica en una zona despoblada, lo descrito se representa en la Imágenes siguientes




**Imagen 4.- Sitio de estudio Puente Malacatepec km 17+500**




**Imagen 5.- Vista superior ubicación del Puente Malacatepec**

Actualmente en la zona donde se ubica el puente a proyectar, el cruce sobre el Río existente es a través de un puente de madera con un camino de terracería como se muestra en la imagen siguiente.




**Imagen 6.- Puente provisional**

Antes del cruce del puente provisional existen letreros que advierte del uso del puente lo cual se refleja en la imagen




**Imagen 7 .- Avisos de prevención del cruce del rio**

Tanto el camino por el puente provisional para vehículos ligeros como el camino para camiones son inseguros y riesgosos para los usuarios, como se visualiza en las imágenes siguientes, por lo que es necesario la construcción de un puente vehicular para salvar el Rio existente en beneficio de las comunidades aledañas.




**Imagen 8.- Vista superior del puente provisional**




**Imagen 9.- Vista panorámica del puente provisional.**

### II.1.2. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

De acuerdo con las coordenadas de ubicación del proyecto, este se localiza en el km 17+500, sobre el camino E.C. (Santa Isabel de la Reforma- San Lucas Camotlán)- Santiago Malacatepec, correspondiente al municipio de San Juan Mazatlán, dicho municipio se localiza en el noroeste del estado, en la zona de transición de la Sierra Mixe al Istmo de Tehuantepec, así mismo, forma parte de la región Sierra Norte y del distrito Mixe.

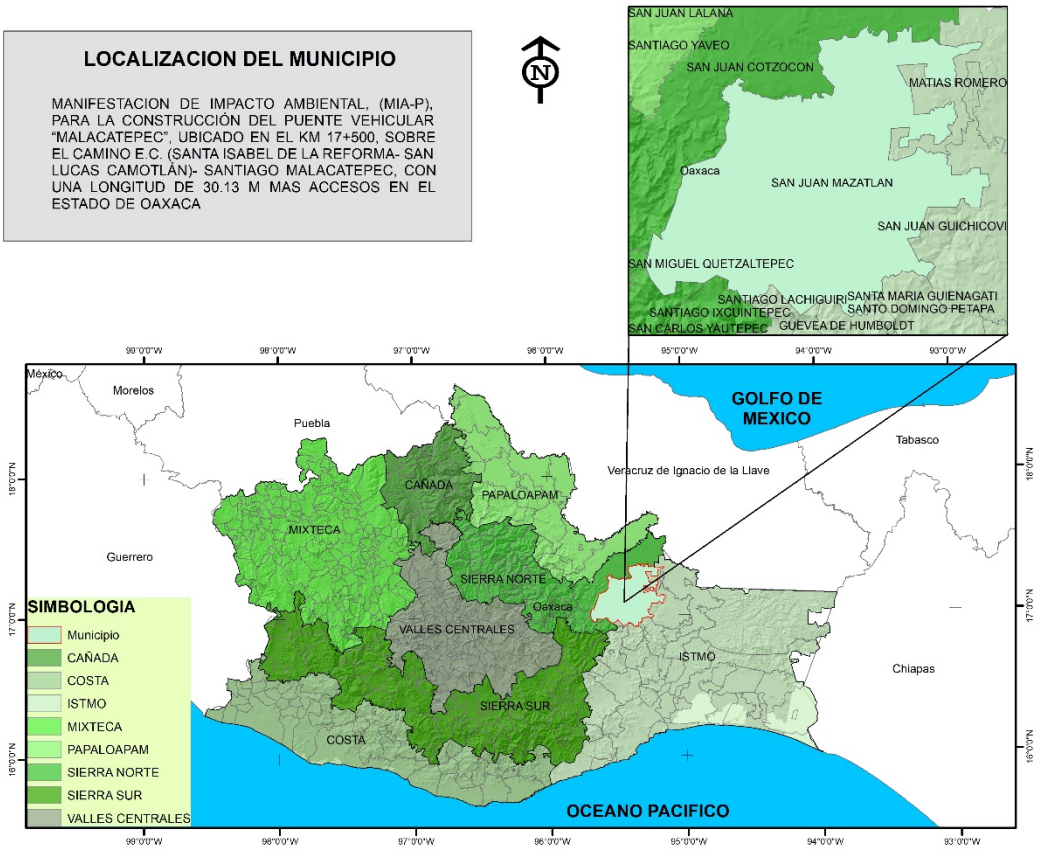



**Imagen 10.- Localización del municipio donde se ubica el proyecto**

La ubicación de los extremos del puente, se presentan en formato UTM, en datum de referencia WGS-84, equivalente al ITRF-92 utilizado en la cartografía del INEGI, la zona de cuadriculas que corresponde es la Zona 15 Q, las coordenadas fueron tomadas en los extremos de los puentes que comprenden el estudio con el apoyo de un Geoposesionador satelital (GPS), de la marca Garmin Modelo 64 Sx. A continuación, se presenta la imagen correspondiente a dicha información.

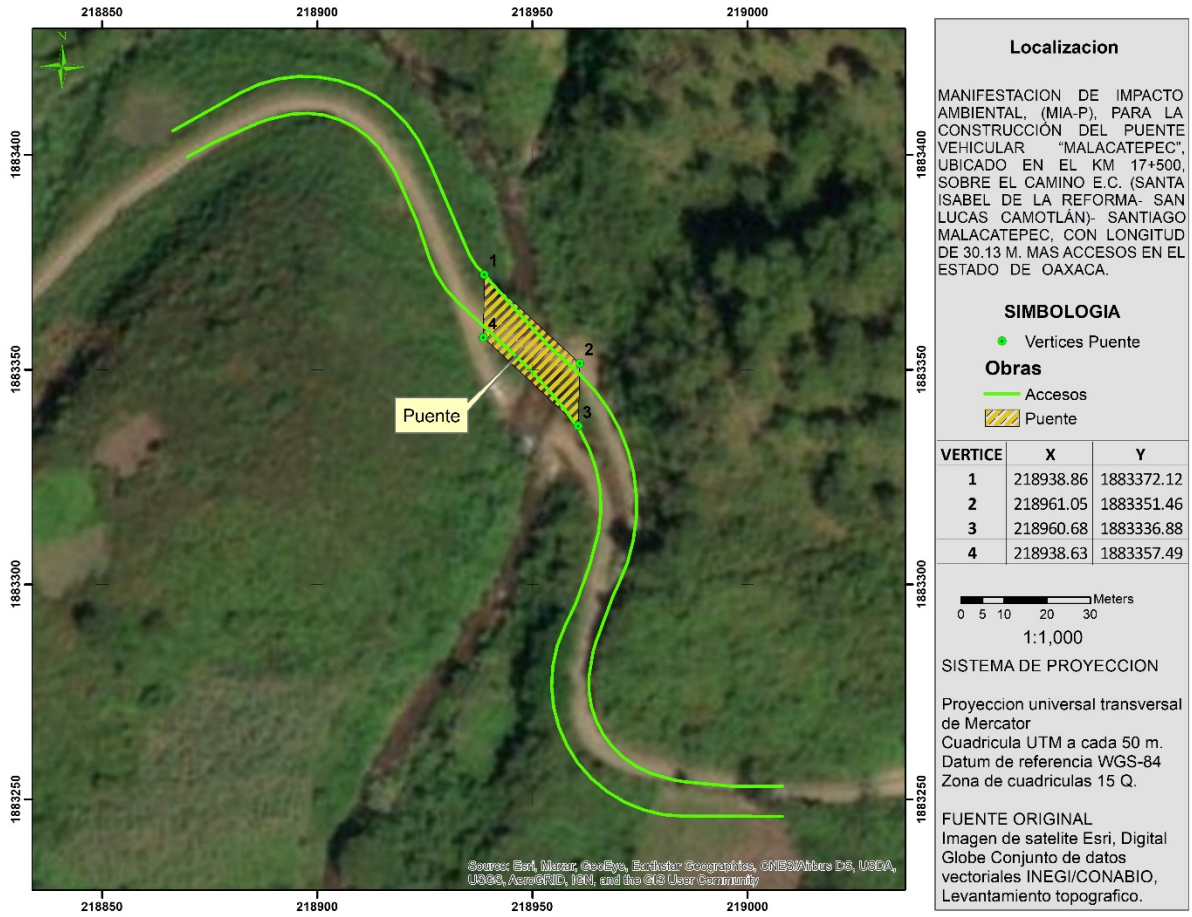



**Imagen 11.- Localización del proyecto**

Los apoyos o estribos del puente se localizan en ambas márgenes del rio donde se encuentra el proyecto en estudio, por lo que fue necesario realizar la delimitación de la zona federal a fin de determinar las coordenadas y superficies que se localizan dentro de esta Ribera o Zona Federal, esto de acuerdo con la fracción XLVII del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales que menciona:

> *XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "La Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley.*

En este sentido se realizó la delimitación del NAMO y de la zona Federal de ambas márgenes del río a fin de determinar las superficies del puente que se encuentran dentro de esta zona.

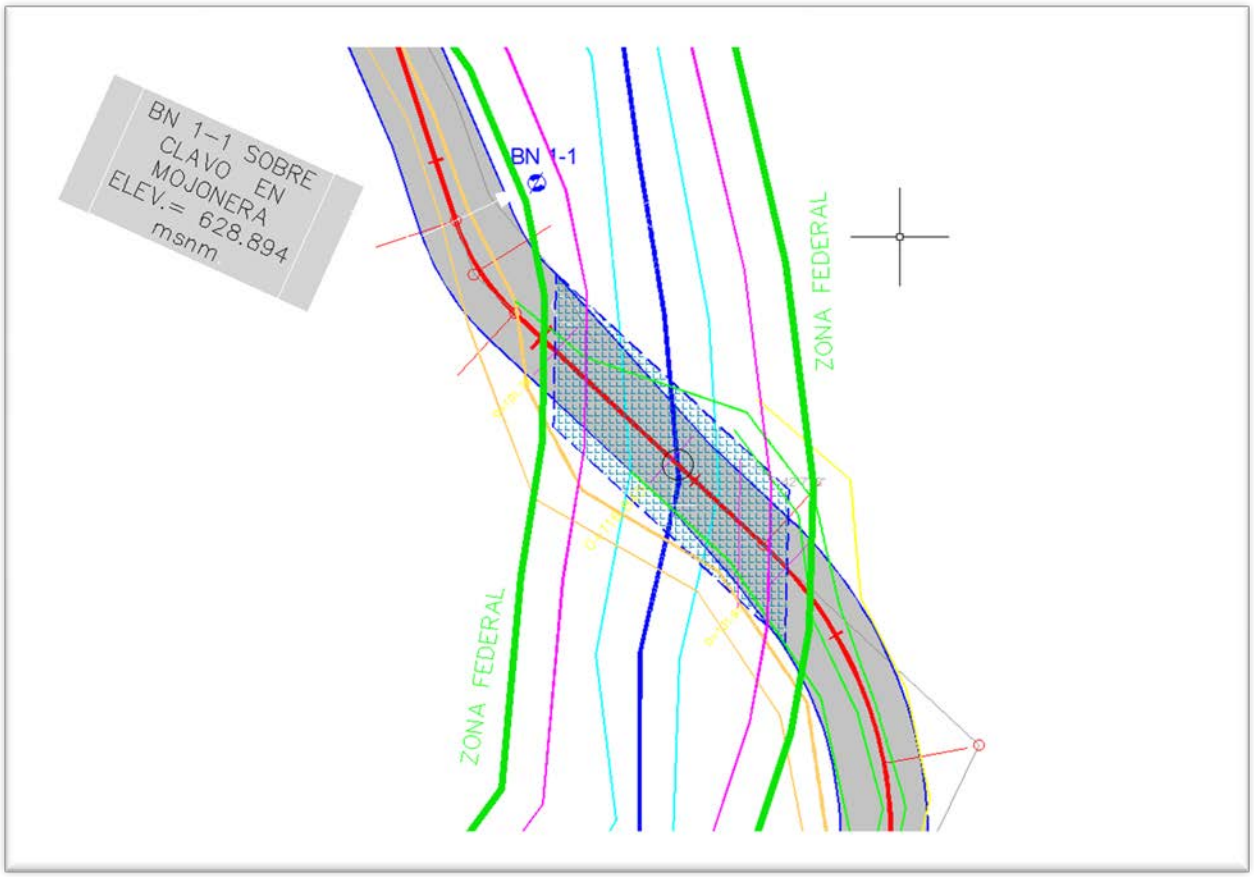



**Imagen 12.- Delimitación de la Zona Federal del Rio**

**Tabla 2. Tabla de Superficies de las obras**

| **Obra** | **Superficie M2** |
|---|---|
| **Superficie total del Puente** | **270.00** |
| **Superficie en Zona Federal margen Izquierda** | **74.908** |
| **Superficie en zona Federal Margen Derecha** | **70.545** |
| **Superficie sobre el cauce del rio** | **123.788** |

Las coordenadas de la Superficie del Puente dentro de la Zona Federal y cauce del rio, se presentan a continuación en proyección UTM zona 15 norte, Datum WGS84.

**Tabla 3.-** Coordenadas UTM de superficie de obra en Zona Federal Margen Izquierdo.

| **Vértices** | **Superficie (m2)** | **X** | **Y** |
|---|---|---|---|
| MI1 | 74.908 | 218952.75 | 1883344.30 |
| MI2 | | 218954.38 | 1883351.35 |
| MI3 | | 218954.00 | 1883358.03 |
| MI4 | | 218961.05 | 1883351.46 |
| MI5 | | 218960.68 | 1883336.88 |

Las coordenadas de la Superficie del Puente en la Zona Federal margen Derecha, se presentan a continuación en proyección UTM zona 15 norte, Datum WGS84.

**Tabla 4.-** Coordenadas UTM de superficie de obra en Zona Federal Margen Derecho.

| Vértices | Superficie (m2) | X | Y |
|---|---|---|---|
| MD1 | 70.545 | 218944.96 | 1883366.44 |
| MD2 | | 218945.96 | 1883353.26 |
| MD3 | | 218945.54 | 1883351.03 |
| MD4 | | 218938.63 | 1883357.49 |
| MD5 | | 218938.86 | 1883372.12 |

Las coordenadas de la Superficie del Puente sobre el cauce del rio, se presentan a continuación en proyección UTM zona 15 norte, Datum WGS84

**Tabla 5.- Coordenadas UTM de superficie de obra en el cauce del rio.**

| Vértices | Superficie (m2) | X | Y |
|---|---|---|---|
| MI3 | 123.788 | 218954.00 | 1883358.03 |
| MI2 | | 218954.38 | 1883351.35 |
| MI1 | | 218952.75 | 1883344.30 |
| MD3 | | 218945.54 | 1883351.03 |
| MD2 | | 218945.96 | 1883353.26 |
| MD1 | | 218944.96 | 1883366.44 |

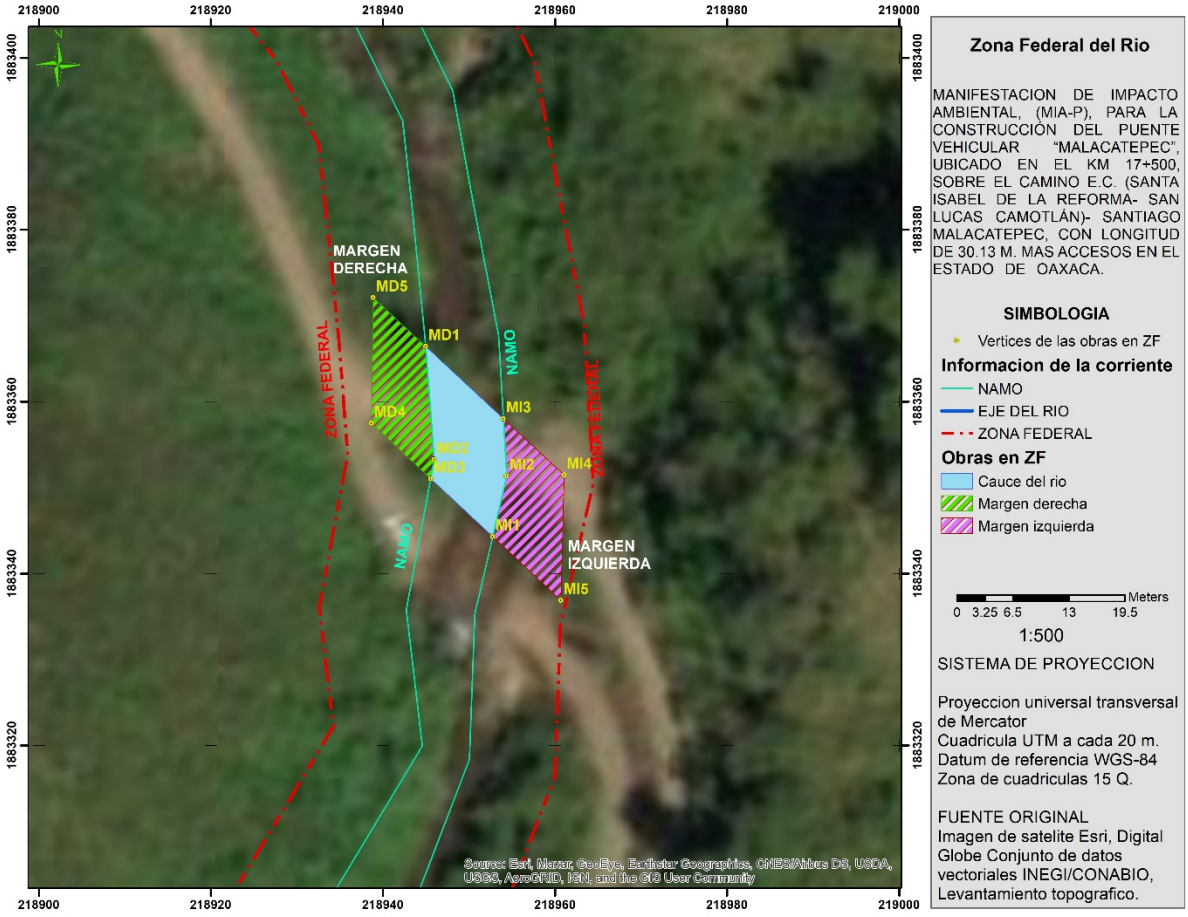



**Imagen 13.- Ubicación del puente respecto a la Zona Federal del Rio.**

### II.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA.

La inversión para la construcción de los puentes correrá a cargo de la Federación mediante el Centro Oaxaca de la SICT y es un monto por $6,721,532.42 SEIS MILLONES SETECIENTOS VEINTIUN MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS PESOS 42/100 M.N. *

### II.1.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS

El proyecto no requerirá de servicios básicos para su realización, estos se verán cubiertos por el municipio y las poblaciones cercanas al proyecto, sobre todo para el abasto y suministro de combustibles, materiales, equipo y herramienta a utilizar en el proceso de construcción del puente, el área en donde se ubica el proyecto se encuentra cercana a un Centro de Población, el proyecto tiene como objetivo la construcción de una obra nueva, y se ubica cerca de la localidad de Santiago Malacatepec.

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

A continuación, se describe brevemente las estructuras a construir durante la etapa de construcción del proyecto.

Superestructura:

Construcción de un puente vehicular de un solo claro de 30 m simplemente apoyado, con una longitud total de 30.13 m; presenta un ancho de calzada de 7.0 m, con un parapeto mixto SCT tipo T-34.4.1, con banquetas de

1.0 m de ancho para formar un ancho total de 9.0 m, el cual fue proyectado para una carga móvil tipo IMT – 66.5 para dos carriles de circulación de 3.50 m c/u.

La carga viva de diseño corresponde al modelo IMT 20.5, para dos carriles de circulación, de acuerdo a la Normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Se proponen un claro de 30.13 metros aproximadamente conformada por losa de concreto armado de f'c= 250 kg/cm2 de 20 centímetros de espesor, colocada sobre seis trabes postensadas AASHTO tipo IV de f´c= 400 kg/cm2, de 1.35 m de peralte.

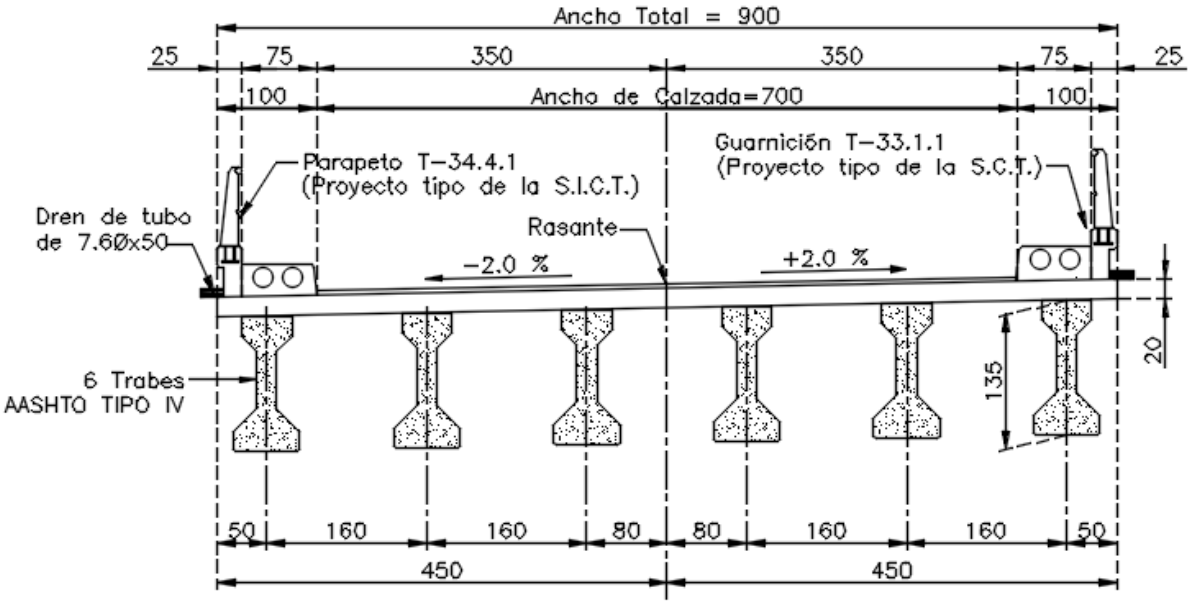



**Imagen 14.- Superestructura**

Subestructura:

La subestructura está conformada por el apoyo 1 que consiste en un caballete apoyado sobre el cabezal que descansa en una zapata de 3.00 metros de ancho, por su parte el apoyo 2 consiste en una zapata de 4.00 metros de ancho, por último, como se muestra en la siguiente imagen.

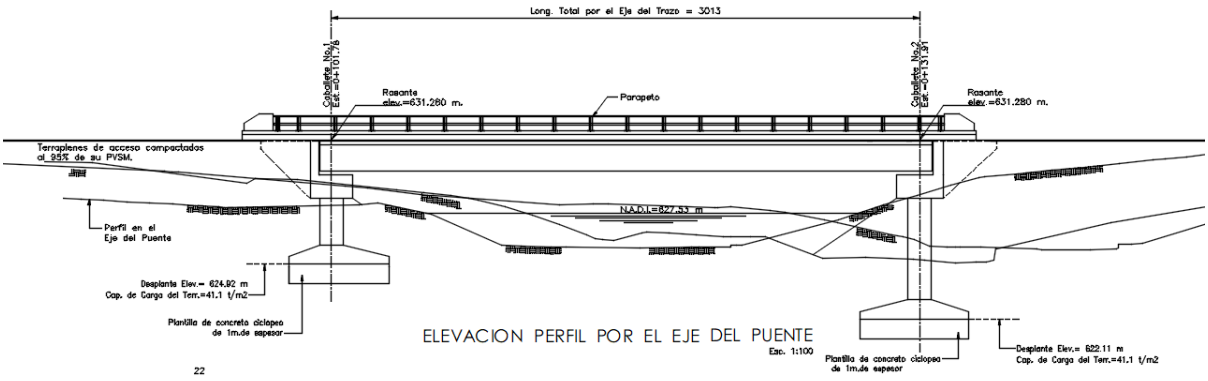



**Imagen 15.- Subestructura.**

Accesos:

Los terraplenes de acceso se compactarán al 95% de su peso volumétrico optimo según prueba Procter. Se elevará el nivel de rasante mediante terraplenes de acceso. La longitud de acceso de entrada al puente tendrá una longitud de 40 metros y .la longitud de acceso de salida al puente tendrá una longitud de 40 metros

Obras complementarias:

Se construirán parapetos metálicos tipo SCT T-34.4.1 con sus respectivas banquetas y se colocarán juntas de calzada tipo Mex – T50 y para drenar el agua superficial, en la superficie de rodamiento, se colocarán drenes de PVC, de 10.0 cm. de diámetro.

En los accesos del Puente se realizarán los cortes y terraplenes de acuerdo al proyecto geométrico de terrecerías; aunado a la colocación, una vez finalizada la construcción, del señalamiento donde se indica el nombre del puente.

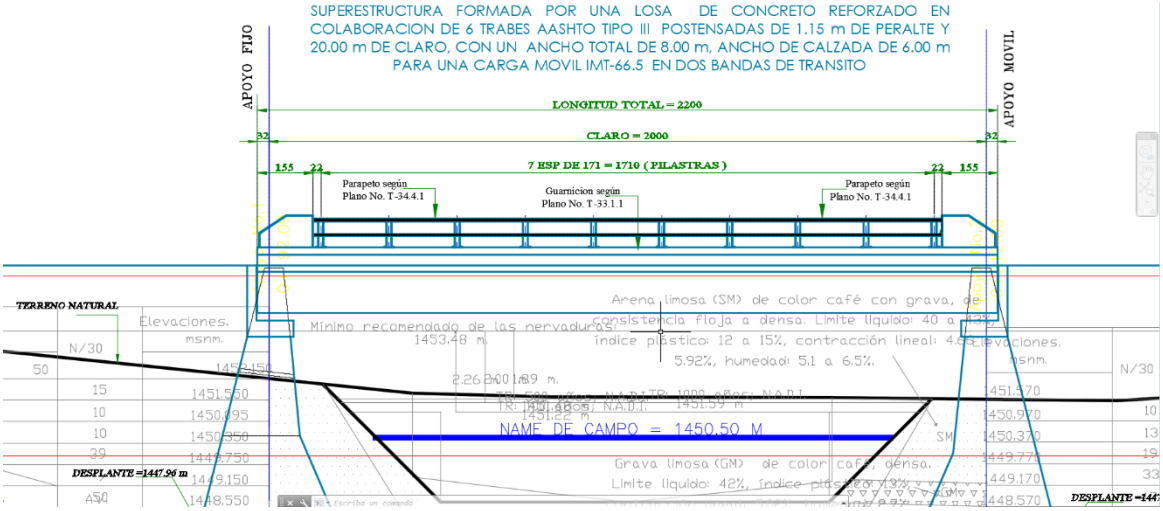



**Imagen 16.- Diseño del puente**

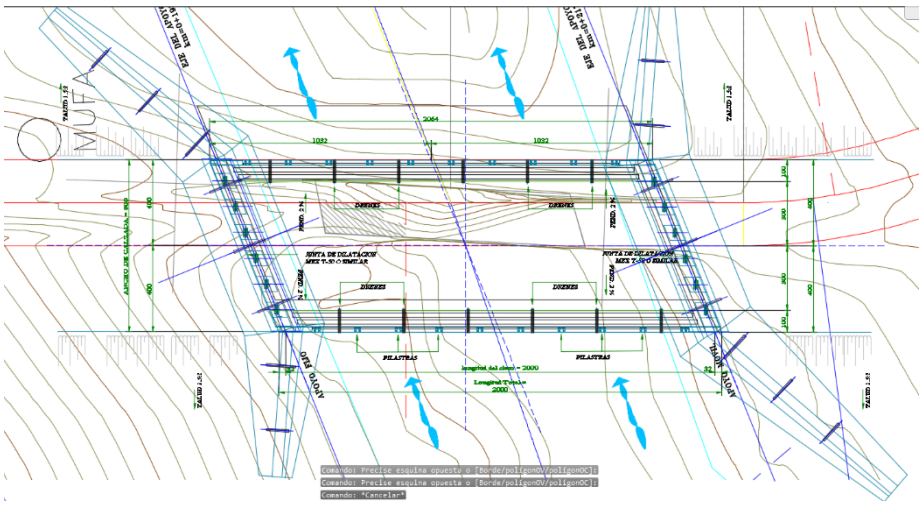


**Imagen 17.- Diseño del puente**

El proyecto y el cálculo de los diversos elementos que componen la estructura están basados principalmente en las normas para proyecto de puentes y estructuras de la secretaria de comunicaciones y transportes, las cuales se mencionan a continuación:

N-PRY-CAR-6-01-001-01 EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE NUEVOS PUENTES.

N-PRY-CAR-6-01-002-01 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PROYECTO.

N-PRY-CAR-6-01-003-01 CARGAS Y ACCIONES.

N-PRY-CAR-6-01-004-01 VIENTO.

N-PRY-CAR-6-01-005-01 SISMO.

N-PRY-CAR-6-01-006-01 COMBINACIÓN DE CARGAS.

N-PRY-CAR-6-01-007-04 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS.

N-PRY-CAR-6-01-008-04 CONSIDERACIONES PARA PUENTES ESPECIALES.

N-PRY-CAR-6-01-009-04 ESTRUCTURAS SIMILARES.

**II.2.1. Programa general de trabajo.**

Según el programa de trabajo se estima que para los trabajos de construcción del puente estos se realizaran en un periodo de 18 meses, sin embargo, es importante mencionar que, en dado caso de ser autorizado el presente estudio, se considere un periodo de vigencia en la autorización por **4 años** aproximadamente de acuerdo con lo que se sugiere en dicho programa ya que la etapa de preliminares es importante para poder llegar a la fase de construcción.

**Tabla 6.- Calendario de trabajo de las actividades constructivas**

| | | AÑO | | | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ETAPA** | **ACTIVIDAD** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** |
| PRELIMINARES | Integración de proyectos ejecutivos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Obtención de permisos y licencias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Limpieza del sitio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBESTRUCTURA | Excavación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armado y colado de Estribos y aleros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armado y colado de coronas y diafragmas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUPERESTRUCTURA | Armado y Montaje de Trabes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armado y Colado de diafragmas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Colocación de parapeto metálico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACCESOS | Formación y compactación de terraplenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armado y Colado de Losas de Accesos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | | | Durante toda la vida útil del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | |

### II.2.2 Representación gráfica regional

De acuerdo con las coordenadas de ubicación del proyecto, este se localiza en el km 17+500, sobre el camino E.C. (Santa Isabel de la Reforma- San Lucas Camotlán)- Santiago Malacatepec, correspondiente al municipio de San Juan Mazatlán, dicho municipio se localiza en el noroeste del estado, en la zona de transición de la Sierra Mixe al Istmo de Tehuantepec, así mismo, forma parte de la región Sierra Norte y del distrito Mixe.

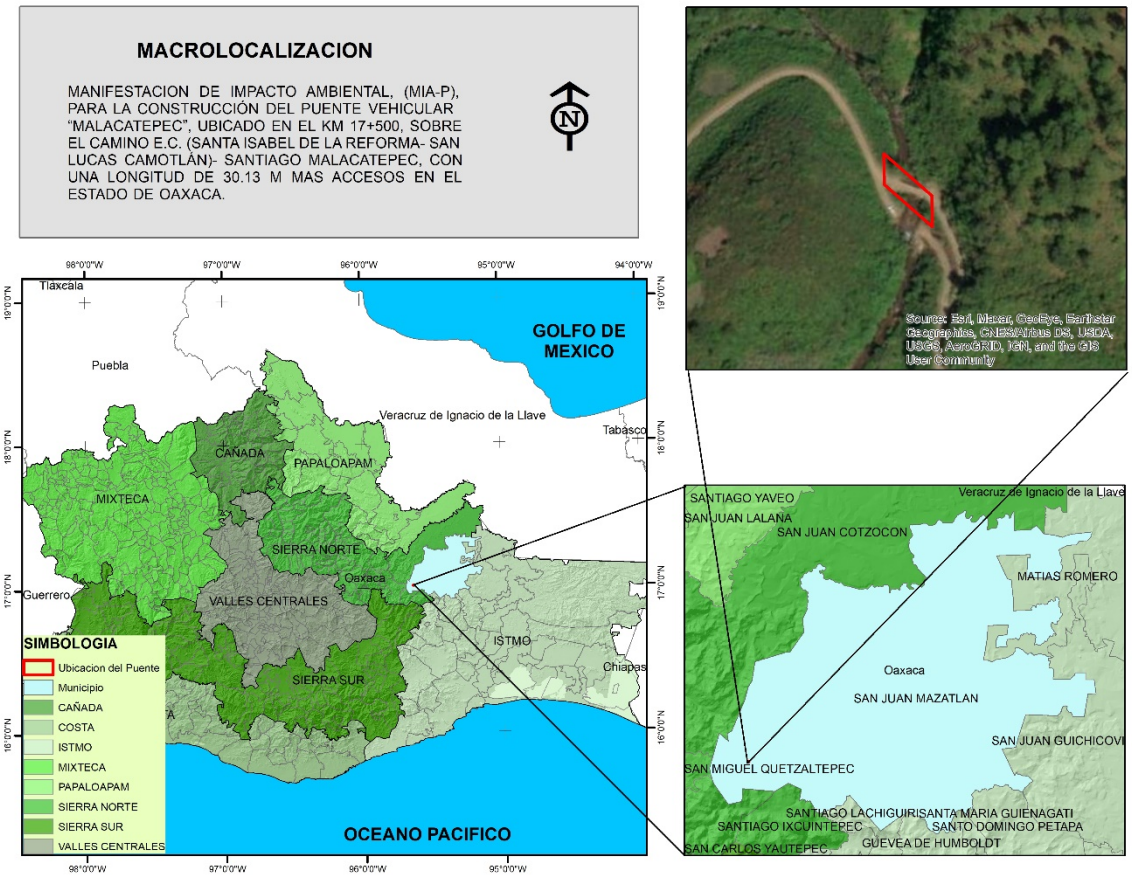



**Imagen 18.- Macrolocalización del proyecto.**

### II.2.3 Representación gráfica local

El sitio de estudio donde se proyectó el puente, se localiza precisamente en el km 17+500 sobre el camino E.C. (Santa Isabel de la Reforma- San Lucas Camotlán)- Santiago Malacatepec.

La ubicación de los extremos del puente, se presentan en formato UTM, en datum de referencia WGS-84, equivalente al ITRF-92 utilizado en la cartografía del INEGI, la zona de cuadriculas que corresponde es la Zona 15 Q, las coordenadas fueron tomadas en los extremos de los puentes que comprenden el estudio con el apoyo de un Geoposesionador satelital (GPS), de la marca Garmin Modelo 64 Sx.

**Tabla 7.-** Coordenadas UTM de la ubicación del puente que comprenden el proyecto en estudio.

| VERTICE | X | Y |
|---|---|---|
| **1** | 218938.86 | 1883372.12 |
| **2** | 218961.05 | 1883351.46 |
| **3** | 218960.68 | 1883336.88 |
| **4** | 218938.63 | 1883357.49 |

Las coordenadas presentadas se plasmaron en un mapa de localización con la imagen de satélite, obtenida mediante la aplicación ArcMap correspondiente al Software ArcGis versión 10.3, obteniendo como resultado el mapa de localización del puente, la cual se muestra en la siguiente Imagen.

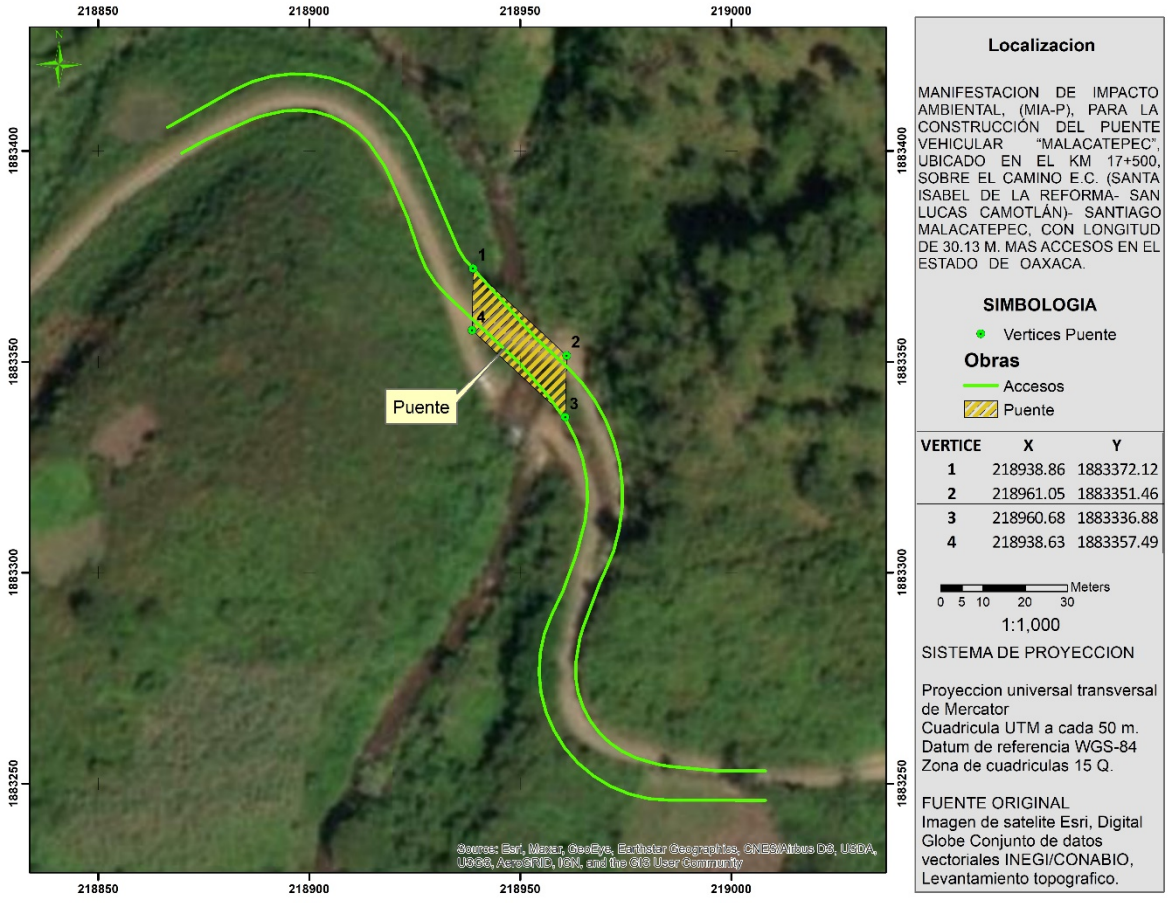



**Imagen 19.- Localización del proyecto.**

### II.2.4 Dimensiones del proyecto

De acuerdo a los estudios de campo y de gabinete se diseñó el proyecto considerando una longitud de 30 metros, compuesta de un claro de 30 metros con las siguientes características:

SUBESTRUCTURA

La subestructura está conformada por el apoyo 1 que consiste en un caballete apoyado sobre el cabezal que descansa en una zapata de 3.00 metros de ancho, por su parte el apoyo 2 consiste en una zapata de 4.00 metros de ancho, por último, como se muestra en la siguiente figura.

SUPERESTRUCTURA.

Por su parte La superestructura albergará dos carriles de circulación vehicular, 3.5 metros de ancho del lado izquierdo y 3.5 metros de ancho del lado derecho, con banquetas y guarniciones de 1.00 metros por cada lado, resultando un ancho total de 9.0 metros.

Sección transversal de superestructura

Se proponen un claro de 30.13 metros aproximadamente conformada por losa de concreto armado de f'c= 250 kg/cm2 de 20 centímetros de espesor, colocada sobre seis trabes postensadas AASHTO tipo IV de f´c= 400 kg/cm2, de 1.35 m de peralte.

En los accesos del Puente se realizarán los cortes y terraplenes de acuerdo al proyecto geométrico de terrecerías; aunado a la colocación, una vez finalizada la construcción, del señalamiento donde se indica el nombre del puente.

**II.2.5 Informe topohidraulico-hidrologico**

La corriente nace a 5.73 km del cruce y desemboca a 11.21 km, en el río Mamey ; su descarga NO provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de 16.545 km2 y pertenece a la Región Hidrológica No. (29) Coatzacoalcos , según clasificación de la CONAGUA.

Las coordenadas geográficas del cruce, en grados, minutos y segundos, son: 17° 02' 1.78'' latitud norte y 95° 38' 23.92'' longitud oeste.

En la zona de cruce la vegetación se puede clasificar como_ pastizal cultivado

La topografía es:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Terreno plano | Lomerío | Montañoso | x |

El cauce en la zona de cruce es:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sinuoso | Estable | x | Encajonado | |
| Sensiblemente recto | | Divagante | X | Con llanuras de inundación |

El escurrimiento es de carácter:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Torrencial | Perenne | X | Intermitente |

Tipo y longitud de cuerpos flotantes: _ Arbustos y ramas pequeñas, mayores a 0.50 m de diámetro _____

El período de lluvias en la región comprende los meses de _junio__a octubre

La precipitación media anual es de 3000 mm.

Información adicional (erosión marginal, caídas, ubicación del cruce en un meandro del río, etc.):

Geología superficial del cauce del río:

En el fondo Arcilla con roca

En la margen izquierda Arcilloso

En la margen derecha Arcilloso

El eje del trazo en el cruce es:

Normal Esviajado X con respecto a la dirección de la corriente.

Ángulo de esviajamiento: 42° 07' 18'' a la izquierda, con respecto al eje de proyecto de la carretera

El paso actual de vehículos en la zona de cruce es através de un puente de madera para vehículos ligeros y por el río para vehículos pesados.

En caso de existir puentes cercanos al cruce sobre la misma corriente, proporcionar los datos siguientes:

a) Ubicación: __No aplica__

b) Número y longitud libre de los claros:_No aplica_____

c) Altura media hasta la base inferior de la superestructura:_No aplica

d) ¿Ha funcionado el puente a su máxima capacidad?:____No aplica _____

e) Área hidráulica del puente hasta el nivel máximo alcanzado por el agua (NAMOC):_No aplica

f) Área total bajo el puente:__No aplica_____

g) Antigüedad de la obra:_No aplica_____

h) Datos adicionales:_ No aplica

ESTUDIO HIDROLOGICO

Método aplicado: Ven Te Chow, Racional Americano e Hidrograma Unitario Triangular_

Justificación del método aplicado: Se adoptará como Gasto Hidrológico de Diseño el gasto obtenido por el método Racional, ya que es el que mejor se adapta a las características de la cuenca, la cual tiene un área de captación de 16.55 km2, el método racional presenta resultados confiables en áreas de cuenca hasta de 25 km2, por su parte, para el método de Ven Te Chow, el rango de cuenca donde son confiables sus resultados es hasta 250 km2 y el método del Hidrograma Unitario Triangular es aplicable para cuencas de más de 250 km2

Información utilizada: Las isoyetas SCT horas arrroja los resultados más desfavorables, respecto al análisis de lluvia de las estaciones climatológicas, por lo cual serán las que se utilicen para el cálculo de la intensidad de lluvia

Se obtuvo un gasto de 153.053 m3/s, asociado a un período de retorno de 500 años.

Observaciones (fuentes de información, confiabilidad de los datos y de los métodos empleados, etc.):_ El caudal obtenido es confiable, ya que la información con base a las isoyetas de la SCT es muy confiable, debido a que la información de las estaciones pluviográficas con las que se generan fue actualizada hasta el 2015

ESTUDIO HIDRAULICO

Método de Sección y Pendiente

Total, de secciones empleadas ___3____, ubicadas en el cruce, a 60 m aguas arriba del cruce y a 40 m aguas abajo del cruce.

Fecha de la creciente máxima que se consideró (la máxima de que se tenga noticia): En varios días de la segunda quincena de agosto de 2019.

Gasto obtenido 35.64 $m^3/s$ para el Nivel de Aguas Máximo Observado en Campo, NAMOC, de elevación 626.95 m. Velocidad media en el cruce: 3.30 m/s. Duración de la creciente: Por las tardes y noches en periodos intermitentes.

El gasto asociado a un período de retorno de 5 años, que definirá el Nivel de Aguas que puede presentarse durante la Construcción del puente, NAC, resultó de 62.691 $m^3/s$.

Observaciones (fuente de información, confiabilidad, etc.): Los niveles de campo fueron obtenidos a partir de información de la huella definida en el sitio.

Nivel de Aguas Mínimas, NAMIN 626.06 m

Nivel de Aguas Máximo Observado en Campo, NAMOC: 626.95 m

Nivel de Aguas de Construcción, NAC: 627.23 m

MODELACIÓN HIDRÁULICA APLICANDO EL PROGRAMA DE CÓMPUTO HEC-RAS

El gasto de diseño que resultó del estudio hidrológico fue de 153.053 m3/s, asociado a un período de retorno de 500 años.

Total, de secciones empleadas en la modelación: 20

Se obtuvo un Nivel de Aguas de Diseño, NADI, de 627.53 m y una velocidad media bajo el puente de 5.77 m/s.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda adoptar como gasto de diseño 153.053 $m^3/s$, asociado a un período de retorno de 500 años, obtenido con el método Racional.

Se transitó el gasto de diseño empleando la modelación hidráulica HEC-RAS y se obtuvo un Nivel de Aguas de Diseño, NADI, de elevación 627.53m y una velocidad del agua en la sección del cruce de 5.77 m/s.

Para drenar el gasto de diseño, se recomienda construir un puente de 30.13 m de longitud, con un único claro de 30.13 metros, ubicado en el km. 0+117.75 cuyos apoyos se localizan entre las estaciones km 0+105.75 y km 0+130.75, con un esviaje de 42° 07' 18'' a la izquierda, con respecto al eje de proyecto del camino, como se indica en el perfil detallado y planta topográfica, sin embargo una vez realizado el análisis del estructurista, la longitud puede variar para garantizar las mejores condiciones para la estructura.

Se recomienda un gálibo libre mínimo en el puente de 2.00 m, medido a partir del nivel del NADI, hasta la cara inferior de la superestructura, para permitir el paso de arrastres como troncos, ramas u otros cuerpos flotantes capaces de ser arrastrados en una avenida máxima, aguas arriba del cruce del puente la vegetación existente es de bosque, a su vez en la zona de construcción del puente se ubican troncos con ramas que han sido arrastrados por la corriente indicando que es un área propensa a derribo de árboles por las lluvias, por lo cual el gálibo libre se propone de 2.00 m,. La velocidad máxima bajo la obra se estima será de: 5.77 m/s y la sobreelevación de la superficie del agua ya está incluida en los niveles reportados obras auxiliares, de protección, de encauzamiento, etc. No se requieren.

**II.2.7. PRELIMINARES Y CONSTRUCCIÓN**

La preparación del sitio de construcción está constituida por aquellas actividades que se tienen que realizar de forma preliminar a la ejecución de los trabajos.

Las actividades que comprende la preparación del sitio son las siguientes.

**Preparación del sitio**

**Trazo y limpieza**

La preparación del sitio de construcción está constituida por aquellas actividades que se tienen que realizar de forma preliminar a la ejecución de los trabajos.

Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico consistió en trazo, nivelación y seccionamiento del rio en un tramo de 200 m aguas arriba y 200 m aguas abajo, incluyendo los accesos del puente abarcando hasta una distancia de 100 m, obteniendo las características de la Planimetría y Altimetría de la zona de estudio.

En la planta topográfica se observa que el puente propuesto se ubica en tangente horizontal y vertical; el eje de proyecto cruza de manera normal a la corriente.

La zona de estudio la podemos clasificar topográficamente como montañosa

Las actividades que comprende la preparación del sitio son las siguientes:

**Limpieza del sitio**

Se realizará la limpieza del sitio para la ejecución de las cobras que contempla la construcción del puente denominado “Malacatepec”.

**Habilitación de Obra temporal**

No se requiere de la habilitación de obras temporales

**Etapa de Construcción**

**Subestructura**

**Excavación para alojar estructuras**

Las excavaciones se ejecutarán con máquina, hasta alcanzar el nivel de desplante que indique el proyecto. El lecho de la excavación deberá afinarse para tener una superficie nivelada para colocar la plantilla. Los materiales sobrantes deberán utilizarse o desperdiciarse, depositándolos en el lugar y forma fijados en el proyecto y/o ordenados por la secretaria.

**Armado y colado de estribos y aleros**

Los estribos y los aleros serán de concreto ciclópeo de F’c=150 kg/cm2. Las piedras deberán pesar como mínimo 30 kg y el volumen máximo correspondiente al total de la piedra agregada no será mayor de 60% respecto al volumen del concreto ciclópeo.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Todas las piedras se mojarán antes de colocarse. Las piedras se colocarán con cuidado, sin dejarlas caer para evitar que causen daño a los moldes y/o al concreto fresco adyacente.

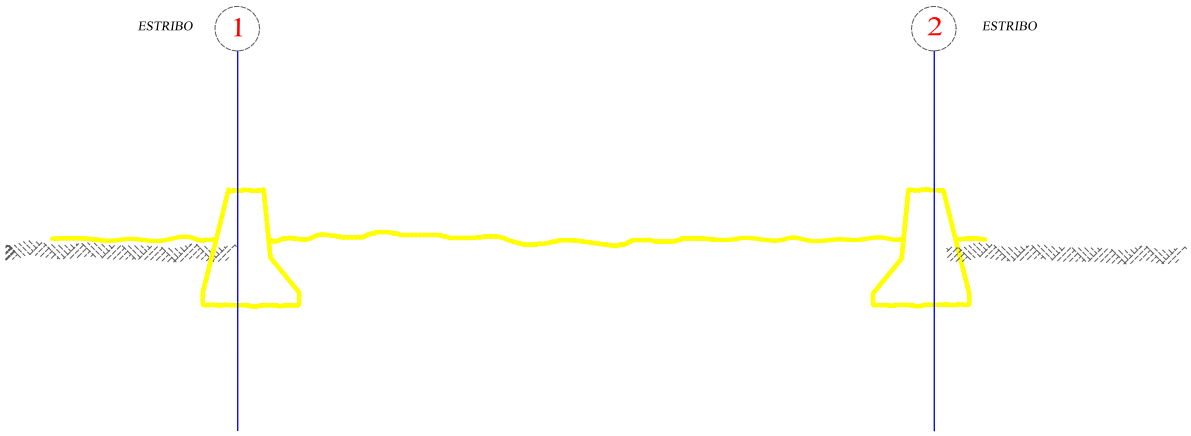



**Imagen 20.- Construcción de estribos y aleros**

Las cimbras o encofrados retienen el concreto hasta que haya fraguado y produce la conformación deseada y, a veces, también los acabados de superficie deseados. Las cimbras pueden soportarse en obra falsa de resistencia adecuada y de suficiente rigidez para mantener las deflexiones dentro de los límites aceptables. Además, dado los grandes volúmenes de concreto que soportan, las cimbras deben ser fuertes y rígidas para satisfacer las tolerancias dimensionales; así mismo, deben ser herméticas, pues de lo contrario se escurrirá el concreto durante la vibración y ocasionará franjas de arena y cavidades indeseables, deben ser de bajo costo y, a menudo, desmontables con facilidad para volver a usarlas. Estos requisitos se pueden satisfacer con acero, plásticos reforzados, concreto y tablones desnudos o revestidos y con madera contrachapada (triplay).

La cimbra puede hacerse a base de madera, por ser el material más comúnmente utilizado. Se deberá tener especial cuidado en el alineamiento de las mismas, que cumpla con los requisitos de verticalidad y recubrimiento del acero, así como rigidez. La cimbra en el cuerpo de las pilas y cuerpos de caballetes, por ser de miembros pertenecientes tanto a infraestructura como subestructura.

Una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia necesaria para permitir apoyarse en él. Por facilidad para las maniobras de colocación del concreto y armado del acero, se aconseja utilizar en los estribos, una cimbra deslizable, evitando los abombamientos y desplazamientos de mal aspecto en las juntas horizontales, para lograrlo, la cimbra se debe amarrar y atornillar cerca de la unión para mantener su cara interna ceñida contra el concreto existente.

Cuando los amarres para la cimbra deben pasar a través del concreto, deben ser de sección transversal y se deben taponar para evitar filtraciones. Los extremos de los amarres para cimbra se deben retirar sin desconchar el concreto adyacente. Antes de proceder al colado, la cimbra debe cubrirse con una capa de aceite, para protegerla del deterioro, intemperie y contracción, además de evitar la adherencia al concreto; pero debe tenerse cuidado de no contaminar el acero con aceite, puesto esto le restará adherencia con el concreto.

Las cimbras se deben quitar después que el concreto ha alcanzado suficiente resistencia mínimo 14 días, para que no haya deformación ni daños en el concreto. Siempre que se necesaria la remoción temprana de cimbra, para volver a usarlas con rapidez, para empezar el curado lo más pronto posible, así como permitir reparaciones y tratamientos de la superficie mientras el concreto todavía esté fresco y las condiciones todavía son favorables para una buena adhesión, deberá consultarse con la Secretaría.

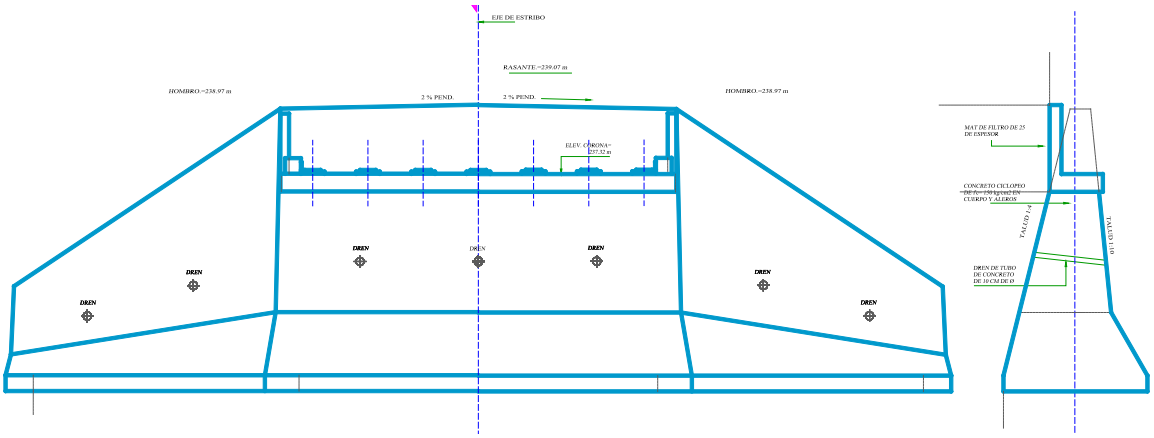



**Imagen 21.- Construcción de estribos y aleros**

**Armado y colado de coronas y diafragmas**

Los materiales que se empleen en el concreto de F'c=250 kg/cm2, para cuerpo, coronas, bancos y topes de estribos, serán de agregado grueso de tamaño máximo de 3/4", exentos de arcilla y materia orgánica; arena, cemento tipo II, portland; cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm, se vibrará al colarlo. El agua deberá ser limpia, clara y estar libre de substancias perjudiciales, tales como aceite, grasa, materia orgánica y sales en exceso, el proceso de cimbrado será similar al empelado en el colado de los estribos




**Imagen 22.- Colado de coronas y diafragmas**

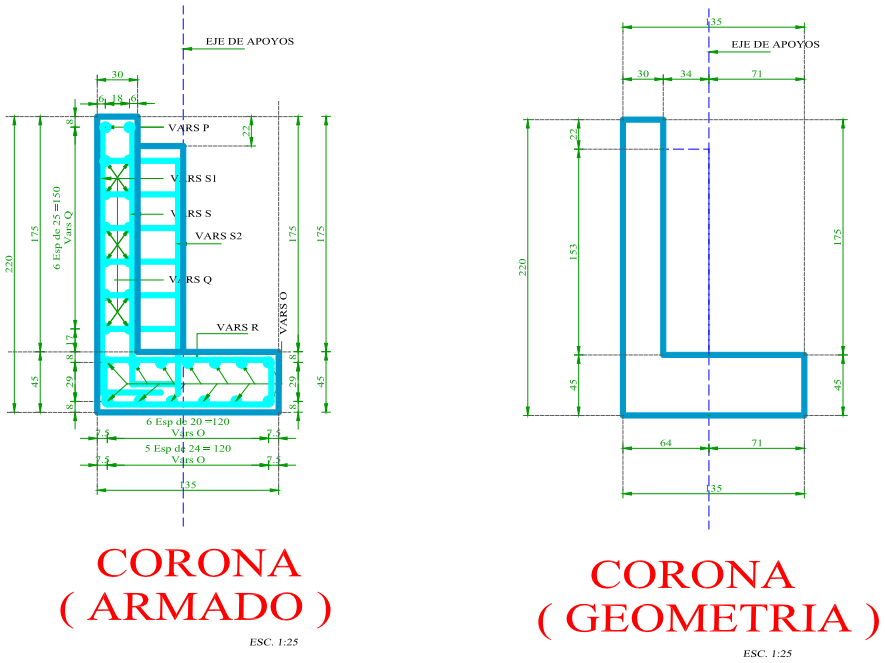



**Imagen 23.- Detalles de la corona.**

**Armado y montaje de trabes**

En el lapso de tiempo utilizado en las anteriores etapas deberán ser fabricadas las trabes postensadas que se utilizarán en la superestructura

Se empleará concreto de f´c=360 kg/cm2 con revenimiento de 5 cm. Tamaño máximo del agregado de 1.9 cm y cemento tipo I

Los elementos de acero para el preesfuerzo de las trabes podrán estar constituidos por cables de torones formados por un alambre de alta resistencia, los cuales si son torcidos deberán ser fabricados a máquina, por alambres de alta resistencia colocados en la periferia de un núcleo o bien, por barras de acero de aleación.

Los moldes para las trabes podrán ser de madera, metálicos o mixtos.




**Imagen 24.- Fabricación de trabes**

Una vez alcanzada la resistencia del proyecto en el concreto del último colado, de las coronas y estribos se procede a colocar los apoyos de neopreno y posteriormente montar las trabes en el claro del puente

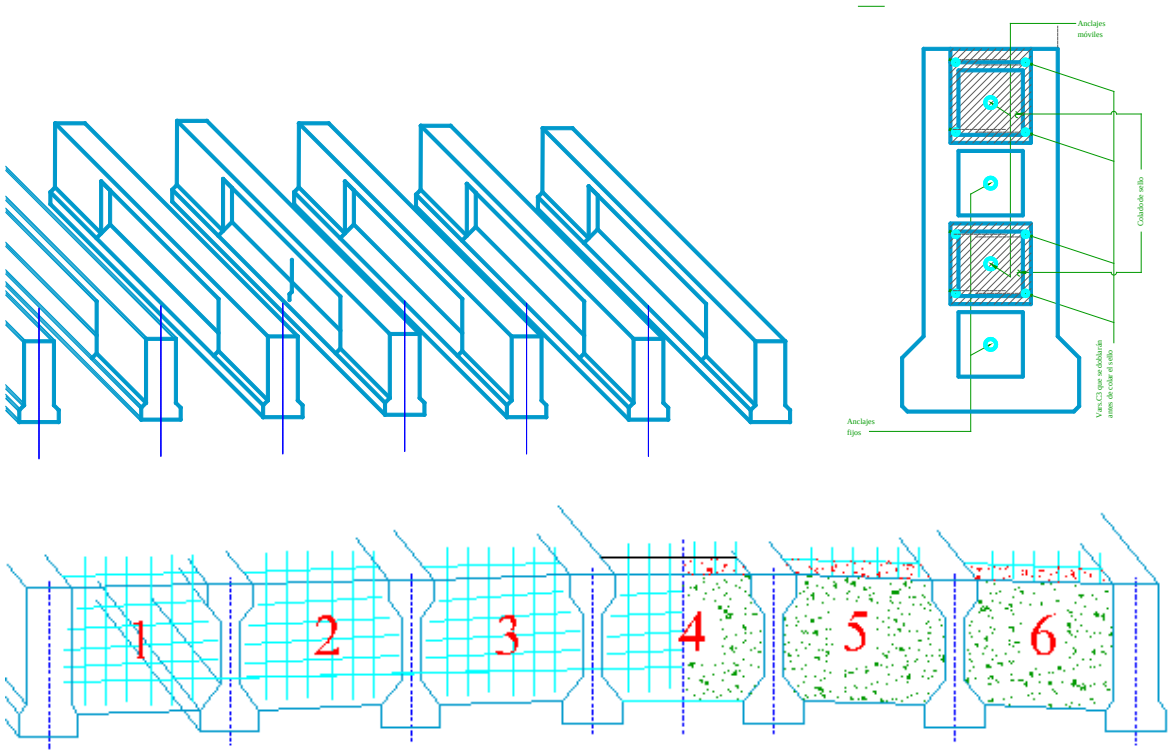



**Imagen 25.- Montaje de trabes**

Si para el montaje se planea transportar de una trabe sobre otras que ya están colocadas en su lugar definitivo, previamente deberá comprobarse si los esfuerzos que se originarían en las trabes de apoyo, de acuerdo con el peso y las características de loe elementos auxiliares para el transporte, son admisibles. Las trabes de transportaran invariablemente con el alma vertical y apoyándolas exclusivamente en la zona de sus extremos y sin acuñar, ni introducir apoyo intermedio alguno. Los cables o tirantes para izar las trabes, si se emplean, se conectarán únicamente a los extremos de estas, en los ganchos de izado. Durante el montaje de las trabes y durante el colado de la losa y de los diafragmas se tomarán todas las precauciones del caso para evitar el pandeo.

**Armado y Colado de diafragmas**

Una vez colocadas las trabes en su sitio, se procederá a la construcción de los diafragmas de liga entre trabe y trabe.

Se empleará concreto de f´c=250 kg/cm 2 con revenimiento de 5 a 8 cm. Tamaño máximo del agregado grueso de 1.9 cm y de cemento tipo I o III

**SUPERESTRUCTURA**

**Armado y colado losa de calzada y guarniciones**

La superestructura está formada un tramo de losa de concreto reforzado, sobre trabes presforzadas para una carga móvil de proyecto: T3-S3.

El ancho total del puente es de 9 m, de los cuales, el ancho de calzada es de 7.00 m

El espesor de losa es de 18 cm armada con varillas del no. 4c tanto en la parrilla superior como inferior.

La losa a su vez está soportada por trabes postensadas de concreto f'c=250 kg/cm2, reforzadas con 40 torones de presfuerzo de 1.27 de diam. y l.r.p 9000 kg/cm2. de baja relajación.

Los diafragmas extremos e intermedios son de concreto reforzado f'c=250 kg/cm2.

La losa es de concreto reforzado de f'c=250 kg/cm2

El neopreno deberá ser aceptado por la S.C.T. la deformación unitaria máxima admisible será del 15 %. Además de cumplir con las especificaciones de la A.S.T.M. D-2240 y tendrá dureza SHORE 60. Los apoyos se han diseñado para que su esfuerzo de trabajo a la compresión sea de 100 kg/cm2. Las placas de neopreno se fabricarán en moldes de dimensiones especificadas, por ningún motivo se cortarán las placas de otros más grandes.

La construcción de la obra falsa y de los moldes, la colocación del refuerzo, la elaboración y colado del concreto se sujetarán a lo establecido en los capítulos correspondientes a las especificaciones de la S.C.T.

La elaboración del concreto podrá realizarse usando cemento tipo I, II, II, o V, el empleo de adicionantes o aditivos (acelerantes, fluidizantes y expansores), se justificará debidamente y requerirá autorización por escrito de la secretaria para la cual se presentará la solicitud correspondiente con la suficiente anticipación, a fin de que el laboratorio de la secretaria pueda realizará pruebas necesarias relativas a las características y a la dosificación de estos productos

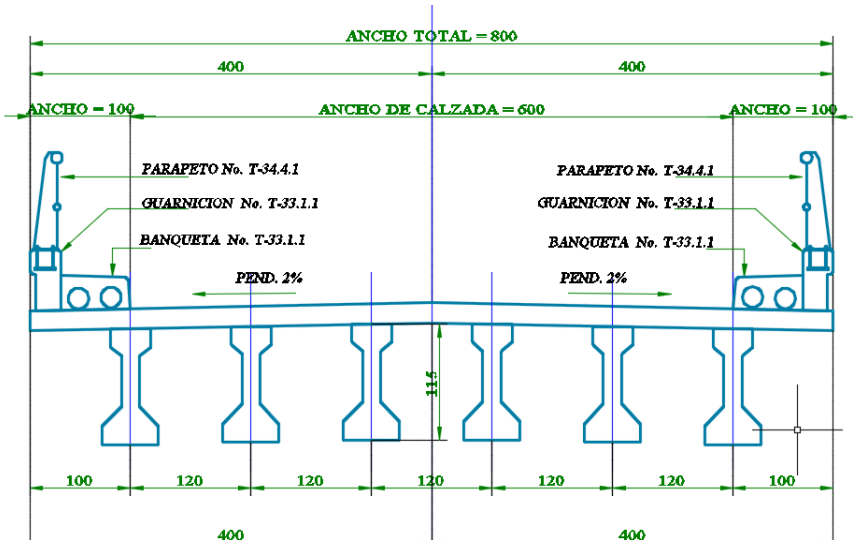



**Imagen 26.- Losa de calzada**

Terminada la colocación de tabletas, se habilitará el acero de refuerzo y posteriormente se hará el colado de las losas de calzada sin incluir las guarniciones y remates los cuales podrán ser colados 24 hrs después.

Alcanzada la resistencia del proyecto en toda la losa, se procederá a la colocación d la junta de dilatación T-50 o similar, en todo el ancho de la calzada del puente.

Los materiales que se empleen en el concreto de F'c=250 kg/cm2, para en remates de parapeto y, guarnición Serán de agregado grueso de tamaño máximo de 3/4", exentos de arcilla y materia orgánica; arena, cemento tipo II, portland; cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm, se vibrará al colarlo. El agua deberá ser limpia, clara y estar libre de substancias perjudiciales, tales como aceite, grasa, materia orgánica y sales en exceso.

**Colocación de parapetos**

Los materiales que se utilicen en el remate del parapeto; serán de varilla corrugada de grado duro, tipo c, de Fy=4200 kg/cm2 con los diámetros indicados en el proyecto.

Todo el parapeto metálico deberá estar limpio de polvo y oxido, antes de recubrir las superficies con una mano de pintura anticorrosiva, posteriormente se darán dos manos de pintura de color amarillo

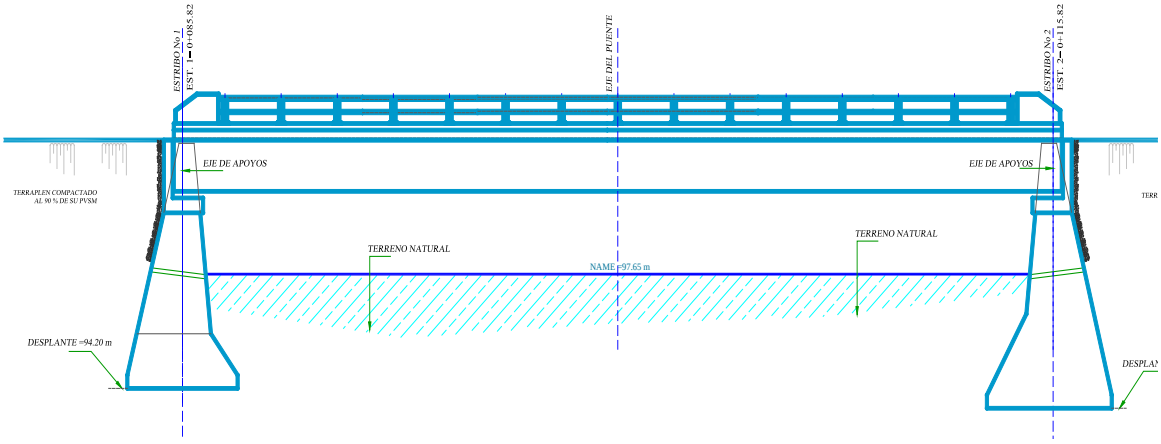



**Imagen 27.- Colado de parapetos**

**ACCESOS**

En los terraplenes de accesos de 40 m de longitud en la entrada y 40 m de longitud en la salida del puente se proyectarán defensas metálicas y obras complementarias como lavaderos. Dichos terraplenes se compactarán al 95% de su peso volumétrico óptimo según prueba Proctor de la SCT. Por lo que primeramente se realizara un despalme con desperdicio de material para posteriormente formar los terraplenes, así como el posterior armado y colado de las losas de acceso

La limpieza general, se llevará acabo al terminar la obra en todo el puente y obra construida, retirando todo lo que no pertenezca al puente, estos desperdicios se colocarán en el lugar correspondiente según indicaciones de la secretaría.

**Especificaciones**

Normativa para infraestructura del transporte haciendo referencia al libro CTR construcción, tema car. Carreteras, parte 1, conceptos de obra, en particular a los siguientes capítulos

Terracerías

Estructuras

Drenaje y subdrenaje

Pavimentos

Materiales.

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán ser aceptados por al S.C.T o la dependencia a cargo y cumplir con las especificaciones de la normativa para la infraestructura del transporte, haciendo referencia al

libro CTR características de los materiales parte 2 materiales para estructuras en particular a los siguientes títulos.

- Materiales para mamposterías
- Materiales para concreto Hidráulico
- Acero y productos de acero
- Soldadura

**II.2.7.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO**

Este tipo de obras se ejecutarán como parte del apoyo para la realización de operaciones necesarias y complementarias al proyecto en cuestión. Se buscará en todo momento reducir los impactos al ambiente, a través de la utilización de materiales no contaminantes y de fácil colocación y desmontaje. Las principales obras provisionales son:

**A. Campamentos**

Los campamentos, almacenes, y patios de servicio de maquinaria, serán ubicados en la localidad de Santiago Malacatepec, dado que el proyecto se encuentra cercano a esta localidad

**B. Insumos de material.**

A continuación, se hace mención de los principales insumos a utilizar en este proyecto, la mayoría de ellos son materiales industrializados los cuales se obtendrán en comercios más próximos al sitio de la obra, debido a las dimensiones de la obra. No amerita la concesión de bancos de materiales pétreos, estos de igual manera que los materiales industrializados serán suministrados de casa de materia que cuenten con los permisos necesarios para venta y transporte del mismo, en caso de requerirse de la concesión de bancos de materiales pétreos estas serán responsabilidad del contratista, el cual deberá tramitar los permisos correspondientes ante las instancias correspondientes para la obtención de permiso de los bancos.

El material se suministrará de casas de material ubicadas en Matías Romero, ahí existen establecimientos que cuentan con los permisos necesarios para la venta de los materiales a emplearse, la elección de la casa del material es responsabilidad del contratista.

**Tabla 8.- Insumos a utilizar**

| **INSUMOS** |
|---|
| concreto hidráulico, p.u.o.t de f c = 250 kg/cm2 |
| acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2 |
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de acero estructural a-36 |
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 7.6 cm |
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 6.4 cm |

| |
|---|
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 5.1 cm |
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 3.8 cm |
| Estructura de acero p.u.o.t. pernos de 2.54 cm de diámetro con tuercas |
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f'c=150 kg/cm2 |
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f'c=250 kg/cm2 |
| acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2 |
| tubo de cartón comprimido de 21 cm de diámetro, p.u.o.t. |
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f'c=250 kg/cm2 |
| acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2 |
| varilla con rosca en sus extremos le= 4200 kg/cm2 |
| estructuras de concreto preforzado, trabes postensadas de concreto f c=350 kg/cm2 |
| dren de pvc 7.6 x 0.30, p.u.o.t |
| tubo de plástico pvc de 2.5 cm de diám x 1.15 m p.u.o.t |
| tubo de plástico pvc de 2.5 cm de diám x 0.85 m p.u.o.t |
| apoyos de neopreno, p.u.o.t astm-d2240, dureza shore 60 (ft=100 kg/cm2) placas de 20x40x2.5 |
| apoyos de neopreno, p.u.o.t astm-d2240, dureza shore 60 (ft=100 kg/cm2) placas de 20x40x4.1 |
| apoyos de neopreno, p.u.o.t astm-d2240, dureza shore 60 (ft=100 kg/cm2) placas de 20x30x2.0 |
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de acero estructural a-36 (placas, tuercas y rondanas) |
| junta de dilatación, p.u.o.t (inciso 3.01.02.026-h.11) tipo mex t-50 o similar |
| Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de acero estructural a-36 (apoyos) |
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 250 kg/cm2 en cabezales, diafragmas, pantallas, bancos catelas y topes laterales (en caballetes) |

| |
|---|
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 250 kg/cm2 en aleros |
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 250 kg/cm2 en mensula |
| concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 300 kg/cm2 en pilotes de 1.30 m de diámetro |
| acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2 |

**II.2.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El puente podrá abrirse al tránsito cuando la resistencia del último colado sea la del proyecto (250 kg/cm2) siempre y cuando la resistencia en las etapas anteriores haya sido satisfactoria

Al construirse el puente vehicular se considera que se abrirán grandes oportunidades a la población, ya que será más fácil el acceso al mercado laboral y a sectores como la educación, salud, abastecimiento y otros servicios. Lo anterior significará una mayor movilidad de personas en calidad de pasajeros, un mayor flujo de insumos para la producción y el abasto popular, y por ello, mayores volúmenes de productos que saldrán a buscar nuevos horizontes de mercado

**Programa de conservación preventiva y correctiva**

1. Prever el programa mensual inicial de conservación preventiva y correctiva, el cual deberá ser actualizado anualmente.

2. Inspeccionar la respectiva evaluación de la señalización.

3. Evaluar las obras de drenaje que presenten problemas en el momento de la inspección, remitir reporte y actuar conforme sea necesario.

4. Inspeccionar las condiciones físicas de la subestructura y superestructura que presenten problemas.

5. Realizar mantenimiento al parapeto y verificar si no presenta daños por volcaduras de automóviles.

6. Identificar e inspeccionar terraplenes en los estribos que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, erosiones, etc.

7. Realizar periódicamente los estudios necesarios para verificar el estado de la vialidad y llevar a cabo las alternativas de solución que indiquen dichos estudios, conforme a una programación pertinente y realizando el control de calidad de las obras requeridas.

Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.

**Programa de conservación rutinaria.**

1. Realizar inspecciones continuas en la vialidad para poder detectar problemas y corregirlos en:

- Invasión del derecho de vía.
- Retiro de basura y limpieza de la superficie de rodamiento del puente.
- Destrozos en general.
- Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
- Taponamientos en drenes sobre la superficie del puente.

2. Realizar inspecciones mensuales o cuando sea necesario en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- Pinturas en general.
- Mantenimiento del parapeto.
- Obras de drenaje.
- Obras complementarias de drenaje.
- Defensas y señales de tipo normal.
- Daños en el puente por efecto de accidentes.
- Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc. en el pavimento.
- Colocación de propaganda no autorizada.
- Deslaves en terraplenes.
- Fallas locales en estribos.
- Deshierbe y poda de vegetación a las márgenes de los estribos
- Apoyo y juntas de estructuras

**II.2.9. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO**

Por las características socioeconómicas, culturales y políticas de las poblaciones beneficiadas por el proyecto no se tiene contemplado la etapa de abandono del sitio.

**II.2.10. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS**

El proyecto en mención **NO utilizará explosivos**, el material existente donde se realizará la excavación será fácilmente removido con medios mecánicos, utilizando equipos de accionamiento hidráulico.

**II.2.11. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Los trabajos a desarrollar en la ejecución del proyecto producirán únicamente residuos sólidos no peligrosos y su generación no rebasará la capacidad de los servicios municipales y/o privados para su manejo y disposición, y en su caso, éstos podrán ser reintegrados al ambiente de manera segura sin necesidad de un tratamiento previo. Se describen a continuación los tipos de residuos que se generarán:

Residuos orgánicos e inorgánicos:

Durante las actividades de desmonte y despalme se eliminarán arbustos, hierbas y capa vegetal del suelo en el área de trabajo. Así mismo se generarán residuos de materiales reutilizables constituidos principalmente por pedacería de madera utilizada en las actividades de cimbra del puente, los cuales serán depositados y almacenados para su posterior disposición en los sitios que señale la autoridad local competente.

Durante la etapa de construcción se generarán residuos constituidos principalmente por los empaques de materiales industrializados como son sacos de cemento, bolsas de plástico y cajas de cartón, botes de aditivos tales como aceites para motor y/o para el concreto, padecería de acero de refuerzo y/o alambre.

Residuos líquidos:

Dado que la mayor cantidad de agua se utilizará en el proceso constructivo como la compactación, así como en la elaboración de concreto, la generación de aguas residuales representará un porcentaje mínimo, siendo únicamente la que resulte de la limpieza y aseo de herramientas, maquinaria, equipo y personal durante el proceso de construcción de la obra; en este aspecto, la generación de aguas residuales se considera temporal.

Emisiones atmosféricas:

La fuente primaria de emisiones atmosféricas está representada por los motores de la maquinaría, vehículos y equipos empleados durante la ejecución del proyecto. El volumen emitido por unidad de tiempo se generará únicamente durante la construcción del puente y transporte de materiales. La etapa del proceso constructivo que presenta la mayor emisión atmosférica, cortes de material, ya que requiere del uso de maquinaria en la totalidad del proceso. No obstante, cabe destacar la temporalidad de dicha generación de emisiones y planteando como medida de mitigación, la operación de motores de maquinaria en condiciones de funcionamiento y mantenimiento de óptimas a normales. Las medidas para controlar este tipo de contaminación será responsabilidad directamente del contratista ya que deberá tener su maquinaria con un buen mantenimiento para evitar la emisión de humo o derrames de combustible, además de crear una conciencia a su personal de contaminar lo menos posible.

**II.2.12 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

II.2.12.1. IDENTIFICAR POR ETAPAS DEL PROYECTO, EN SU CASO LAS FUENTES GENERADORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La fuente de emisiones que se generará desde la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, provendrá de los motores de combustión interna de la maquinaria y equipo utilizado, así como de los vehículos de trabajo que transiten por el área de proyecto y entorno durante las obras, y en el momento de su operación por los vehículos de los usuarios del puente.

**II.2.12.2. DETERMINACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO QUE SE GENERARAN DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO, COMO SEA EL CASO DE VAPOR DE AGUA, C02, CH4, N20, CFC, O3, ENTRE OTROS.**

Las principales emisiones durante la construcción de vías de comunicación son los gases producidos por los motores de combustión interna y las partículas en suspensión. GASES CONTAMINANTES Y DE EFECTO INVERNADERO Los hidrocarburos fósiles (derivados del petróleo como la gasolina, el diésel o el gasóleo), 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, óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), monóxido de carbono (CO), partículas sólidas e hidrocarburos no quemados (HC) principalmente

Los motores de combustión interna también transforman los hidrocarburos en dióxido de carbono (CO2), principal gas de efecto invernadero y agua

El efecto Invernadero se produce por la acumulación excesiva de CO2 y otros gases en la atmósfera, que impiden la evacuación al espacio de parte del calor emitido por la Tierra una vez calentada ésta por los rayos solares.

# CAPITULO 3: VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO

La manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P), ha sido elaborado con apego a los instrumentos normativos, los cuales se desglosan en orden jerárquico, teniendo como órgano máximo que rige nuestro país y del cual se desprenden todas las leyes, estatutos y códigos, a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los cuales se describen y vinculan nuevamente, tal y como, se muestran en los siguientes párrafos:

## III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

### III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

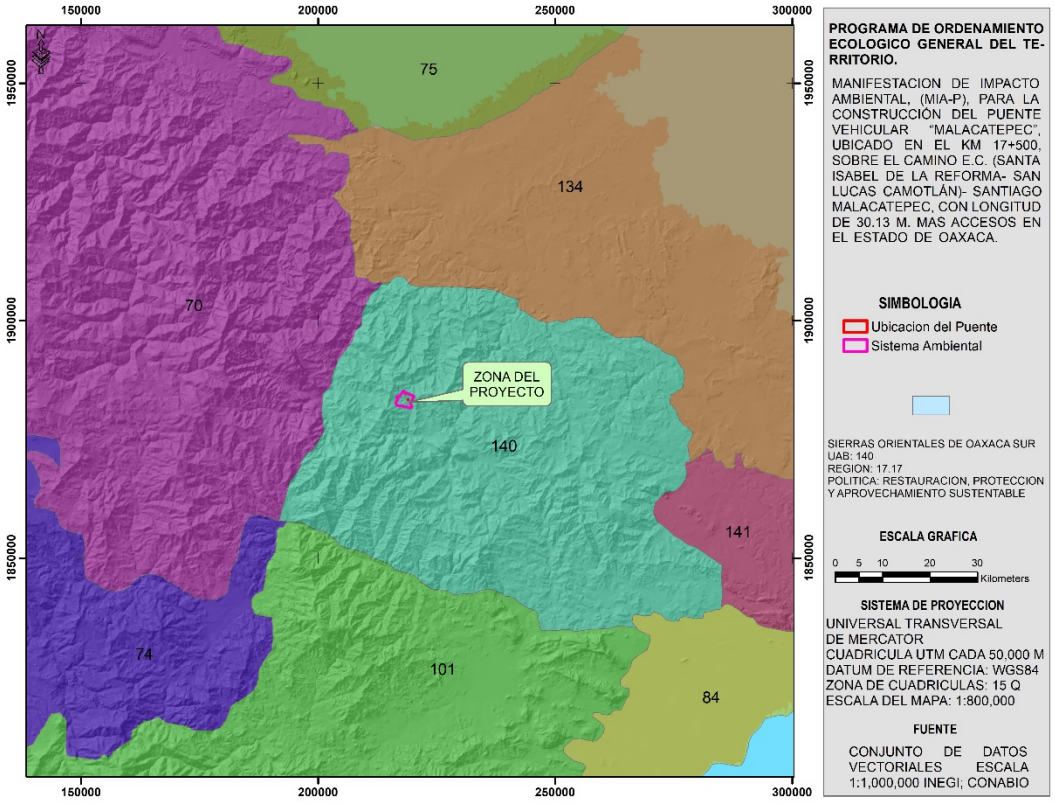



**Imagen 28.- Unidad Ambiental Biofísica 140**

De acuerdo con el POEGT el proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica 140 (UAB) denominada Sierras Orientales de Oaxaca Sur, tal y como se muestra en el mapa.

Por lo tanto, a continuación, se presenta la ficha técnica de la región ecológica 17.7

**Tabla 9.- Región ecológica 17.7**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **REGIÓN ECOLÓGICA: 17.17**<br><br>**Unidad Ambiental Biofísica 140.** Sierras Orientales de Oaxaca Sur | | |
| | **Localización: Oriente de Oaxaca** | | |
| | **Superficie en km$^2$ :** 4,676.04 | **Población Total:** 48, 747 | **Población Indígena: Chinanteca** |

| | |
|---|---|
| **Política Ambiental:** | **Restauración y aprovechamiento sustentable.** |
| **Prioridad de Atención:** | **Muy Alta** |

| UAB | Rectores del desarrollo | Coadyuvantes del desarrollo | Asociados del desarrollo | Otros sectores de interés | Estrategias sectoriales |
|---|---|---|---|---|---|
| **140** | Forestal | Desarrollo social | Agricultura<br>Ganadería<br>Poblacional | Minería- SCT | 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 |

**Estado Actual del Medio Ambiente 2008:** 140. Crítico. Conflicto Sectorial Muy Bajo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 73. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

**Tabla 10.- Estrategias que se proponen para dar cumplimiento a los lineamientos ecológicos.**

| ESTRATEGIAS SECTORIALES | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
|---|---|
| **Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio** | |
| **B) Aprovechamiento sustentable** | |
| **4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.** | No aplica, dado que el proyecto se trata de una sustitución de estructura de vías de comunicación “puente”, este será |

| | |
|---|---|
| | construido en un sitio en el que las condiciones del ecosistema al estar degradado y fragmentando y en el cual no existen especies catalogadas en algún estatus de conservación. |
| **5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.** | No es aplicable al proyecto, debido a que no se llevarán a cabo actividades agrícolas |
| **6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.** | No es aplicable al proyecto, debido a que no se llevarán a cabo actividades agrícolas. |
| **7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.** | El proyecto no contempla realizar obras adicionales de las proyectadas, por lo que no se realizará el aprovechamiento de especies o recursos forestales |
| **8. Valoración de los servicios ambientales.** | No se considera la reducción en los servicios ambientales, las condiciones actuales en el AP presentan usos de suelo agrícola. |
| **C) Protección de los recursos naturales** | |
| **9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.** | No es aplicable al proyecto, no se realizarán actividades de explotación a acuíferos. |
| **10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.** | En el estudio se proponen medidas de prevención para el factor agua, con lo cual se cumple con dicha estrategia. |
| **11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.** | No es alcance del proyecto por lo tanto no aplica para el proyecto. |
| **12. Protección de los ecosistemas.** | El presente estudio se realiza para cumplir con el marco legal en materia de impacto ambiental esto con la finalidad de la preservación y protección del medio ambiente. En este documento se proponen medidas que cumplan el objetivo antes mencionado. |
| **13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.** | No es aplicable al proyecto. En ninguna etapa del proyecto se contempla el uso de agroquímicos. |
| **D) Restauración** | |
| **14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas** | No es aplicable al proyecto, debido a que no está enfocado a acciones de restauración, sin embargo, se proponen medidas de mitigación del impacto. |
| **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.**<br>**15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.** | No es aplicable para el proyecto, no se contempla el aprovechamiento de recursos no renovables.<br><br>No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente |

| | |
|---|---|
| **Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana** | |
| **A) Suelo Urbano y Vivienda** | |
| **24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.** | El proyecto va de acorde a este punto ya que se contará con una vía de comunicación eficiente para las localidades cercanas al sitio del proyecto, como una alternativa de vía de comunicación. |
| **B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias** | |
| **25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.** | El diseño del puente considera minimizar los riesgos naturales, se realizaron los estudios hidrológicos e hidráulicos para proponer dicho diseño |
| **26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.** | No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente. |
| **C) Agua y Saneamiento** | |
| **27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.** | No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente. |
| **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.** | Es fin del proyecto, la construcción de un puente a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. |
| **31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.** | El fin del proyecto de construir un puente vehicular coadyuva a la red carretera de caminos alimentadores del estado de Oaxaca |
| **32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.** | No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente. |
| **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.** | No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente. |
| **34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.** | El proyecto es coadyuva a dicha integración. |
| **35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.** | No es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuye con la economía e incrementar el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad. |

| | |
|---|---|
| **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.** | No es aplicable para el proyecto. |
| **37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.** | Desde el inicio del proyecto se ha contratado mano de obra local, con la finalidad de beneficiar económicamente a las poblaciones cercanas al proyecto, en la que se trata de incluir a las mujeres dentro del equipo de trabajo. |
| **38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso** | No es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuye con la economía de la región e incrementa el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad. |
| **39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.** | No es aplicable para el proyecto. |
| **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 es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuirá con la economía de la región en el que se incrementa el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad. |
| **41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.** | No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente. |
| **Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional** | |
| **A) Marco Jurídico** | |
| **42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.** | El proyecto se ubica en una zona federal. |
| **B) Planeación del Ordenamiento Territorial** | |
| **43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos** | No es aplicable al proyecto debido a que no es competencia del promovente. |
| **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 contempla la vinculación con los ordenamientos ecológicos aplicables en la materia en este caso al POEGT y al POERTEO |

**III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DE OAXACA**

El POERTEO busca un equilibrio entre las actividades productivas (10 sectores productivos), antropogénicas (sector asentamientos humanos y la protección de los recursos, es decir un desarrollo sustentable basado en tres ejes: social, económico y ambiental.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE), muestra la distribución espacial de 55 UGAS, así como, sus características generales, de los cuales se presentan sus lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica. Los elementos que integran el POERTEO son el Modelo de Ordenamiento Ecológico, lineamientos y estrategias ecológicos.

El MOE ubica las actividades sectoriales en las zonas con mayor aptitud para su desarrollo y donde se generen menores impactos ambientales. En términos del ordenamiento ecológico territorial existen cuatro tipos de política: política de aprovechamiento, política de conservación, política de restauración y política de protección

El MOE está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental, con la siguiente distribución: 26 UGAS con estatus de aprovechamiento Sustentable, 14 UGAS definidas con estatus de conservación con aprovechamiento, 13 UGAS definidas con estatus de restauración con aprovechamiento y 2 UGAS definidas con estatus de protección.

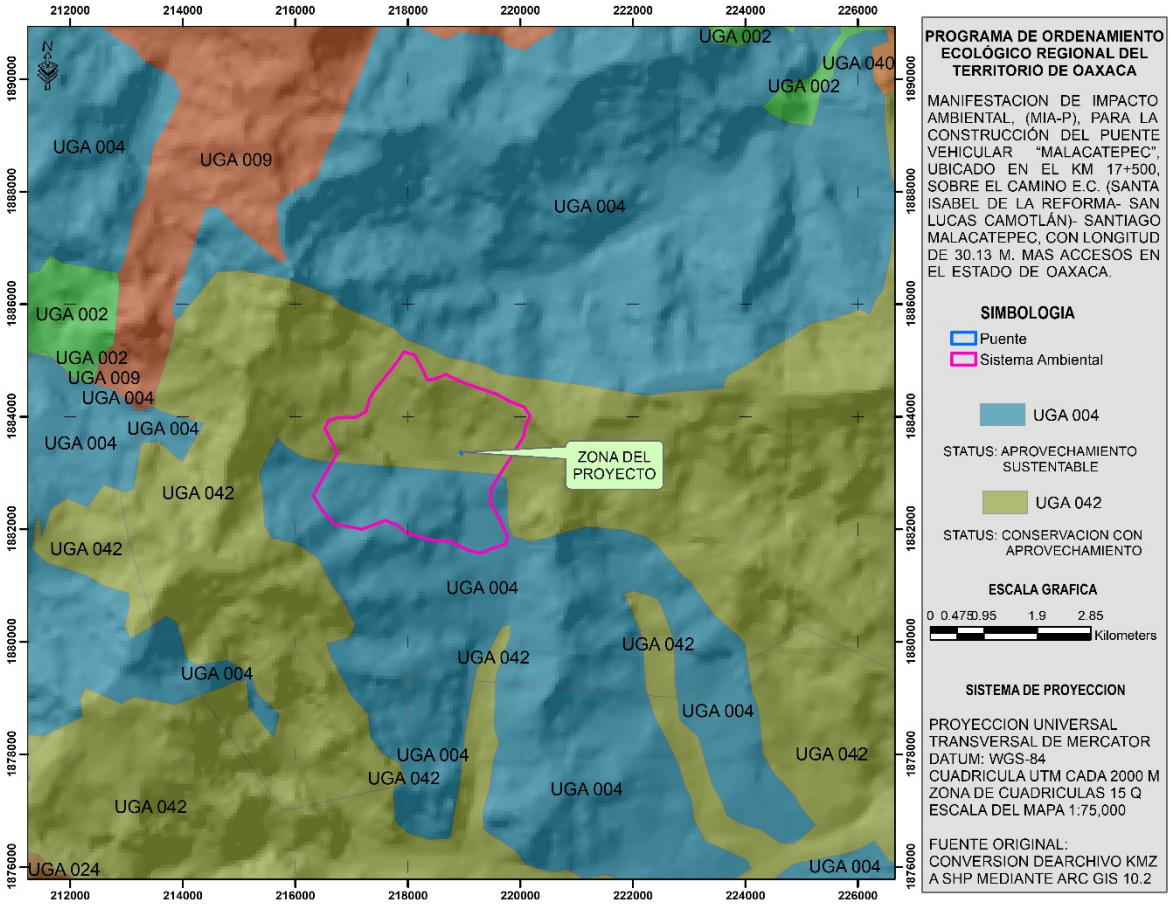



**Imagen 29.- Ubicación del proyecto respecto al POERTEO.**

De acuerdo con la clasificación propuesta del MOE el SA-área del proyecto en cuestión se ubica en la UGA 004 y UGA 042. Tal y como se muestra en la imagen de unidades de gestión ambiental (UGA´s).

A continuación, se presentan las principales características de la unidad de gestión ambiental en la que incide el proyecto.

**Tabla 11.-Características principales de la UGA 004 y 042.**

| UGA | UGA 004 |
|---|---|
| POLÍTICA | Aprovechamiento sustentable |
| SECTORES RECOMENDADOS | Forestal, Apícola |
| SUPERFICIE (HA) | 2,669,584.86 |
| BIODIVERSIDAD | Alta |
| NIVEL DE RIESGO | Medio |
| NIVEL DE PRESIÓN | Bajo |
| **UGA** | **UGA 042** |
| POLÍTICA | Conservación con aprovechamiento |
| SECTORES RECOMENDADOS | Forestal, Apícola |
| SUPERFICIE (HA) | 651,664.80 |
| BIODIVERSIDAD | Alta |
| NIVEL DE RIESGO | Medio |
| NIVEL DE PRESIÓN | Bajo |

Ambas UGA´S presentan los mismos sectores recomendados y presentan el mismo nivel de riesgo y presión, la política para la 004 es de "aprovechamiento sustentable" y para la 042 es de "conservación con aprovechamiento", destaquemos que el área del proyecto incide en específico en esta última.

A continuación, se presentan cada uno de los criterios de regulación ecológica, su vinculación y compatibilidad con la UGA 042 dado que es en esta en la cual incide el proyecto.

**Tabla 12.- Análisis de compatibilidad del proyecto y los criterios de regulación aplicable**

| No. de CRE | Criterio de Regulación Ecológica (CRE). | Vinculación y compatibilidad con el proyecto. |
|---|---|---|
| **C-007** | Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local. | Se propone como medida la reforestación con especies con especies nativas de la región y de importancia biológica, por lo cual el proyecto se hace compatible con dicho criterio. |
| **C-008** | Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas considerando las densidades naturales, de acuerdo con la vegetación existente en el entorno. | Se propone como medida la reforestación con especies con especies nativas de la región y de importancia biológica por lo cual el proyecto se hace compatible con dicho criterio. |
| **C-009** | La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado. | No se considera la colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales u otros recursos naturales, el presente estudio se elabora con la finalidad de obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental por lo cual se cumple con el criterio. El estudio no es de competencia estatal. |
| **C-010** | Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen | El estudio cuenta con estudio hidrológico e hidráulico lo cual permite hacerlo compatible con dicho criterio de la UGA |

| No. de CRE | Criterio de Regulación Ecológica (CRE). | Vinculación y compatibilidad con el proyecto. |
|---|---|---|
| | las áreas bajo política de protección, conservación o restauración. | |
| **C-012** | Las actividades productivas y recreativas deberán realizarse fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre. | No es aplicable al proyecto ya que se trata de la construcción de un puente. |
| **C-013** | 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 proyecto cumple con dicho criterio ya que no se tiene considerado afectar este tipo de vegetación, dada que el puente nuevo será construido en el mismo sitio del existente y aunado a esto las zonas aledañas al puente son zonas agrícolas. |
| **C-014** | Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación. | El puente nuevo será construido en el mismo sitio del existente, a fin de evitar la modificación del cauce. |
| **C-015** | Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m | El proyecto cumple con dicho criterio, ya que no se afectará vegetación de este tipo ya que no existe en la superficie del proyecto ni en una franja menor de 50 m, los usos del suelo aledaños al puente son agrícolas |
| **C-017** | Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos. | No es aplicable, ya que este criterio está enfocada a autoridades, sin embargo, se precisa que en ningún momento se practicara la quema doméstica de residuos |
| **C-029** | Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica. | Los materiales derivados de la excavación serán retirados de manera inmediata del sitio del proyecto, por lo que es compatible con dicho criterio |
| **C-033** | 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. | Se hace compatible ya que se cuenta con los estudios hidrológicos e hidráulicos. |

| No. de CRE | Criterio de Regulación Ecológica (CRE). | Vinculación y compatibilidad con el proyecto. |
|---|---|---|
| **C-034** | Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros. | No es aplicable, ya que no es la naturaleza del proyecto los apiarios. |
| **C-035** | No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios. | No es aplicable, ya que no es la naturaleza del proyecto la actividad apícola. |
| **C-036** | En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel | No es aplicable, ya que no es la naturaleza del proyecto la actividad apícola. |
| **C-038** | Se deberá realizar un programa de manejo forestal en aquellos predios destinados al aprovechamiento de dicho sector, con sus respectivas medidas de saneamiento y reforestación. | No es aplicable al proyecto no es la finalidad el aprovechamiento forestal. |
| **C-039** | La autoridad competente deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal. | No es aplicable, ya que no se realizar la explotación de encinos u otros productos maderables. |
| **C-045** | Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población | No es aplicable, debido a que el proyecto no corresponde a una industria que se dedique al manejo de desechos peligrosos. |
| **C-046** | En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados | En las distintas etapas del proyecto, se contempla la implementación de medidas dirigidas a la conservación y protección del suelo. |
| **C-047** | Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno. | No es aplicable, ya que no se trata de un proyecto eólico. |
| **C-049** | Se permite el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos cuando la extracción coadyuve a la | No es aplicable para el proyecto. |

| No. de CRE | Criterio de Regulación Ecológica (CRE). | Vinculación y compatibilidad con el proyecto. |
|---|---|---|
| | rectificación del cauce o no afecte el cauce natural del mismo. | |

### III.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25, 394, 779 hectáreas, las cuales están divididas en 9 regiones en el país.

El proyecto en cuestión no incide dentro de algún área natural protegida.

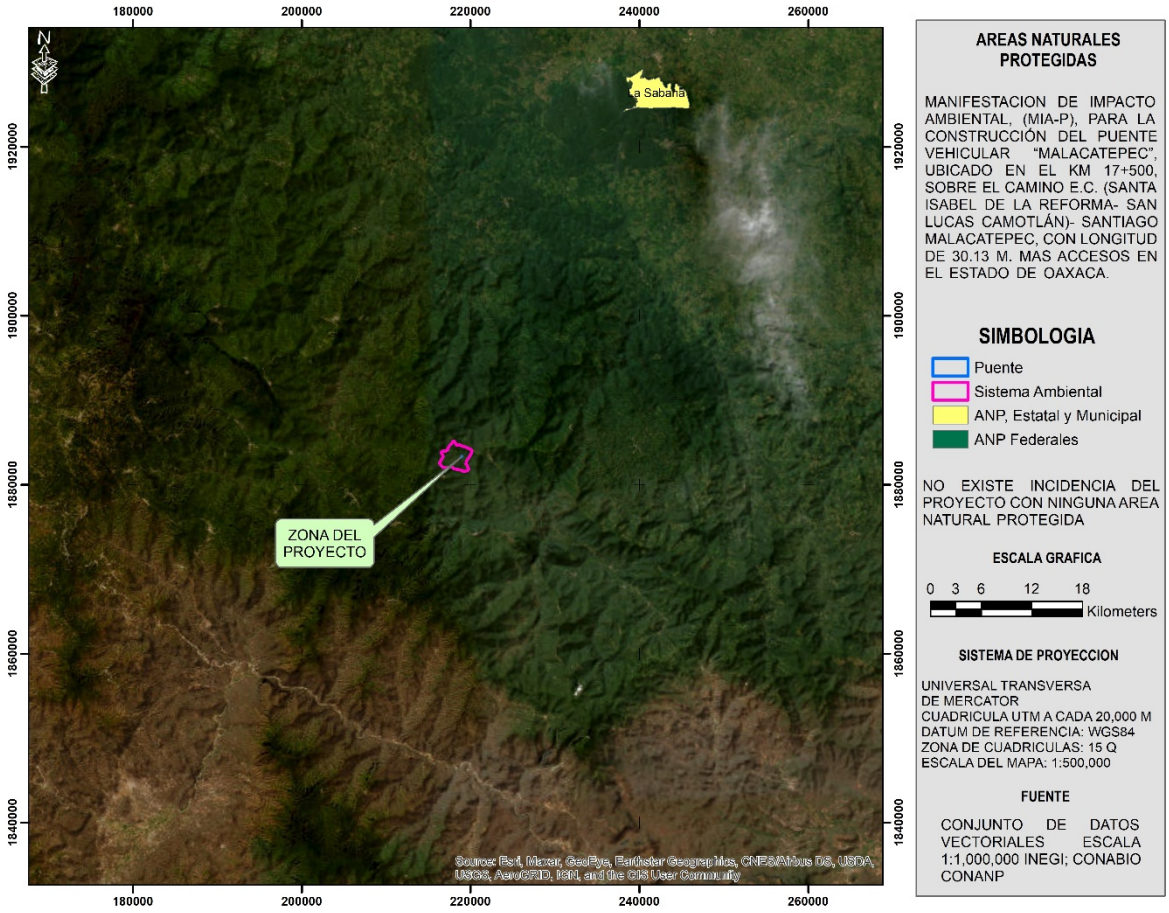



**Imagen 30.- Mapa de Áreas Naturales Protegidas**

### III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación, se muestra un listado de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a este proyecto en particular, sobre todo en los rubros de descargas de aguas residuales, emisiones a la atmosfera, contaminación por ruido y residuos sólidos, así como la normatividad aplicable hacia la flora y fauna que pudiese ser afectada por los trabajos de construcción de este puente, obra de infraestructura necesaria para el desarrollo de los pueblos de esta zona del estado de Oaxaca.

**Tabla 13.- Las Normas Oficiales Mexicanas**

| NORMAS | PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO | ETAPA EN LA QUE APLICARÁ |
|---|---|---|
| - **NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.** | Deberá ser cumplida por la empresa contratista, la cual debe tener un registro de las matrículas de los equipos, así como de los vehículos que destine para la construcción del proyecto, en la cual deberá comprobar que los mismos cuentan con mantenimiento periódico. | Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto |
| - **NOM-044- SEMARNAT -2017, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizan para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto mayor de 3,857 kilogramos.** | Deberá ser cumplida por la empresa contratista, la cual debe tener un registro de las matrículas de los equipos, así como de los vehículos que destine para la construcción del proyecto, en la cual deberá comprobar que los mismos cuentan con mantenimiento periódico. | Esta norma será aplicable en las etapas de preparación del sitio y en la construcción, |
| - **NOM-045- SEMARNAT -2017, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.** | Para evitar rebasar los criterios que establece la misma, deberá aplicarse mantenimiento a los vehículos que utilicen diésel, se establecerá programa de vigilancia para garantizar su cumplimiento y poder aplicar medidas correctoras. | Esta norma será aplicable durante la construcción del proyecto |
| - **NOM - 052- SEMARNAT -2005, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.** | Se establecerá un programa de manejo integral de residuos, en que se incluirán medidas para la separación de toda clase de residuos y de manera particular se establecerá las instalaciones necesarias para almacenar residuos que puedan figurar en los listados de actividades y sustancias peligrosas y se buscará que los mismos no entren en contacto con el ambiente y puedan ser entregados a una empresa autorizada, al respecto se deben demostrar un contrato de servicios con una empresa especializada. | Aplicable en la etapa de construcción |

| NORMAS | PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO | ETAPA EN LA QUE APLICARÁ |
|---|---|---|
| **- NOM-080- SEMARNAT -1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos en circulación y su método de emisión.** | Aplicará principalmente en la construcción del proyecto, ya que posteriormente se prevé que el proyecto no supere los 60 dB. Para cumplir con esta norma debe aplicarse vigilancia y monitoreo. | Únicamente en la etapa de construcción del proyecto |
| **- NOM-081- SEMARNAT -1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes y su método de medición.** | Para cumplir con esta norma debe aplicarse vigilancia y monitoreo. | Aplicará principalmente en la construcción del proyecto, ya que posteriormente se prevé que el proyecto no supere los 60 dB. |
| **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.** | Identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, y así reconocer mediante los muestreos realizados su posible distribución en el SA-proyecto. | No se registraron especies dentro de alguna categoría de riesgo de dicha norma. |

**III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR**

**III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

**Artículo 4°.** Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

**Vinculación con el proyecto:** el proyecto se hace compatible con dicho artículo dado que se considera que mediante la presentación de la MIA-P se favorece la garantía individual que establece dicho artículo., dado que, el estudio contempla la preservación y protección del medio ambiente en cumplimiento con la normatividad aplicable en materia de Impacto Ambiental.

**III 5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

De acuerdo con la naturaleza y alcances del proyecto, así como las características de los ecosistemas presentes en la región en donde habrá de ejecutarse el proyecto, se enmarca en lo previsto por los siguientes artículos:

**Titulo primero: disposiciones Generales**

**Capítulo I: Normas preliminares**

**Artículo 5.** 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.*

**Capitulo IV: Instrumentos de política ambiental**

**Sección V: Evaluación de Impacto Ambiental**

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

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

*X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;*

**Vinculación con el proyecto:** se pretende construir un puente vehicular lo cual implica una nueva infraestructura necesaria sobre el cauce del río y así sustituir la actual, por lo que la MIA cumple con la evaluación del impacto ambiental de dicho proyecto, apegándose así con la normatividad vigente, además que de acuerdo a la Ley Federal de Caminos, Puentes y autotransportes federal, en particular en el artículo 2, fracción V indica lo siguiente:

*V. Puentes: a) 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*,

En efecto se trata de un puente nacional que será construido con fondos federal, y está contemplado como una Vía General de comunicación.

**Artículo 30.** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

**Vinculación con el proyecto:** al presentar la MIA-P se cumple con lo que se menciona en el artículo, dado que con dicho estudio se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y por lo tanto se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de esta manera el promovente asume su responsabilidad legal con el medio ambiente al presentar el documento ante la SEMARNAT para su evaluación, en términos de la LGEEPA

**Título segundo: Biodiversidad**

**Capítulo III: Flora y Fauna Silvestre**

**Artículo 79**. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

*III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.*

**Vinculación con el proyecto:** el proyecto se apega a dicha normativa ya que, en lo descrito en los capítulos correspondientes a la flora y fauna del lugar, en el sitio del proyecto no se registraron especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Título Cuarto: Protección al Ambiente**

**Capítulo III: Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos**

**ARTÍCULO 121.-** No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población**.**

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto se apega correctamente al presente artículo ya que no se generan aguas de tipo residual por la construcción y operación del proyecto.

**Capítulo IV: Prevención y Control de la Contaminación del Suelo**

**Artículo 134.-** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- *II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.*
- *III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.*

**Vinculación con el proyecto:** En observancia a esta disposición y en virtud de que el principal riesgo de contaminación del suelo es la generación de residuos sólidos urbanos el estudio propone la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

**III 5.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**Capítulo II: De Las Obras O Actividades Que Requieren Autorización En Materia De Impacto Ambiental Y De Las Excepciones**

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

- B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales
- R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, …

**Vinculación con el proyecto:** De acuerdo a las características del proyecto, el cual considera la construcción de un puente nuevo que sustituirá el existente, el cual se ubicará sobre el cauce del río, el cual será construido con fondos federales a través del Centro S.C.T-Oaxaca, se considera que forma parte de este supuesto de "Vías

General de Comunicación", por lo cual se presenta dicha solicitud, aunado a esto se realizará la construcción de estructuras de soporte sobre el cauce del río (subestructura) .

### III.5.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

El área del proyecto incide en la región terrestre prioritaria RTP-130 denominada Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe.

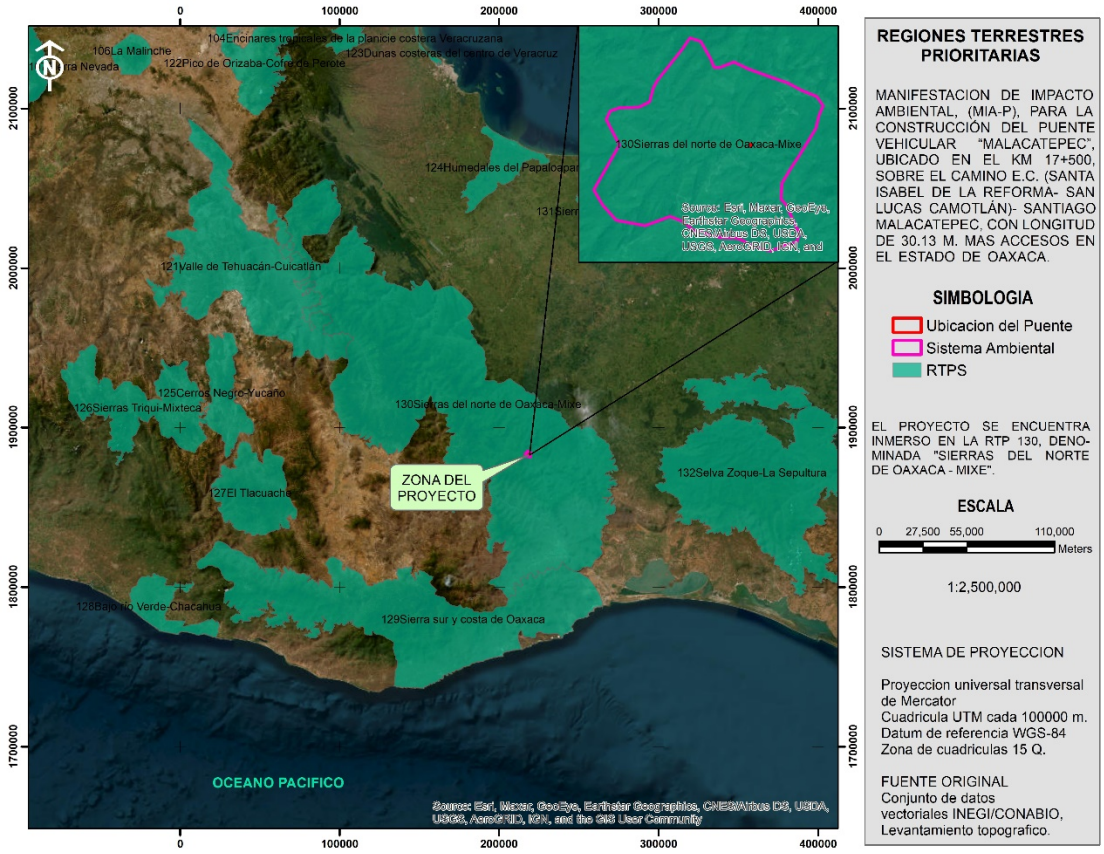



**Imagen 31.- Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias**

**Características generales:** Esta región integra la sierra del norte de Oaxaca (Sierra Juárez) y la sierra Mixe-La Ventosa. Se trata de una región importante por la gran diversidad de ambientes interconectados debidos a la compleja fisiografía. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México. La fisiografía compleja de esta zona da como resultado diversidad de ambientes. Sin embargo, destaca la gran extensión de los bosques mesófilos de montaña y la selva alta perennifolia. Hacia la parte sur se localizan selvas medianas, altas y bajas y corredores de taxa xerofíticos. El río Tehuantepec divide a los bosques de coníferas del norte de las selvas del sur.

**Valor para la conservación**: 3 (alto).

**Aspectos antropogénicos**

**Problemática ambiental:** Recientemente se han construido caminos para apoyo al aprovechamiento forestal. En el norte (parte de la planicie) se desarrollan actividades para el desarrollo de la ganadería. La alta explosión demográfica es un problema importante. Por otra parte, se tienen considerados para su desarrollo algunos

proyectos hidráulicos. Entre los principales problemas están la alta presión de población en la zona mixe, la cual es menor en la región seca. Existe ganadería extensiva y zonas cafetaleras extensas.

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto en cuestión se ubica en una zona altamente fragmentada y deteriorada como se describe en el capítulo IV del presente estudio, por lo cual, no se pone en riesgo la diversidad ecosistémica que se distribuye en la RTP, ya que el proyecto es de tipo puntual y las medidas de prevención y mitigación que se proponen hacen que este sea compatible con las cuestiones medio ambientales.

### III.5.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

El proyecto se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 81- Cuenca Media y Alta del Río Coatzacoalcos.

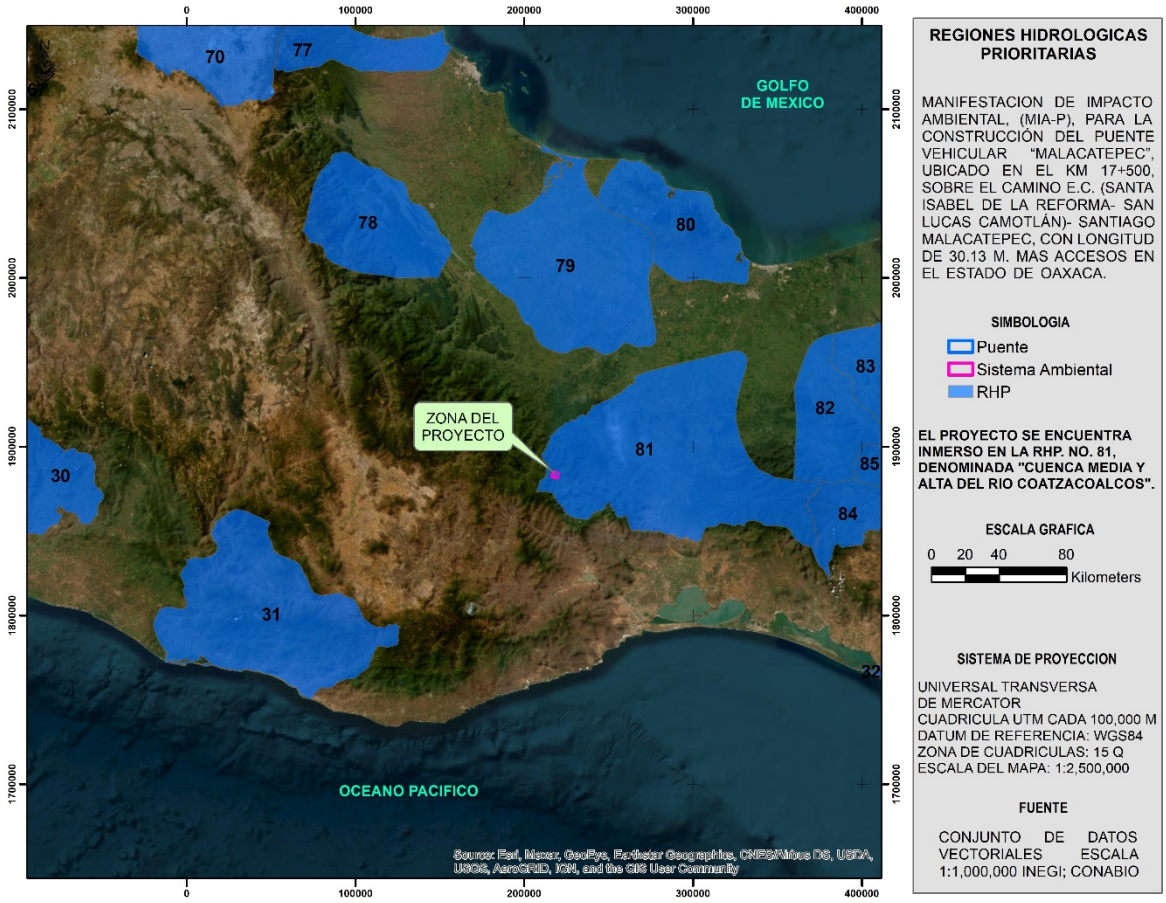



**Imagen 32.- Mapa de Regiones** hidrológicas **Prioritarias**.

**81. CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO COATZACOALCOS**

**Estado(s):** Veracruz y Oaxaca

**Extensión:** 11,039.11 km$^2$

**Recursos hídricos principales**

lénticos: zona inundable de la cuenca media
lóticos: ríos Coatzacoalcos, Jaltepec y Sarabia, arroyos, pequeños manantiales

**Actividad económica principal:** ganadería, industria lechera, pesca y cafetales.

**Problemática:**

- **Modificación del entorno:** bien conservadas las zonas de difícil acceso, otras partes son desmontadas para cultivo. Relleno de áreas inundables (cuenca media), desforestación (cuenca alta), modificación de la vegetación natural y azolvamiento de ríos. Construcción de carreteras. Zona de pocos asentamientos y de recuperación, después de impactos por transformaciones ambientales.
- **Contaminación:** por agroquímicos y aguas residuales.
- **Uso de recursos:** sembradíos de marihuana. Agua para abastecimiento. Especies introducidas de tilapia (invasión en todos los cuerpos de agua). Uso del suelo para ganadería (cuenca media).

**Conservación:** se requiere conservar las zonas de selva alta y mediana; controlar los procesos de azolvamiento en ríos. Se desconocen especies acuáticas.

**Vinculación con el proyecto:** el presente se vincula al presentar la manifestación de impacto ambiental ya que de esta forma se evita generar desequilibrios ecológicos por la construcción del puente sobre el cauce actual lo cual garantiza que el proyecto modifique el entorno.

### III.5.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA´S)

El área del proyecto incide en el AICA número 11 denominada “Sierra Norte”. Tal y como se muestra en la imagen siguiente.

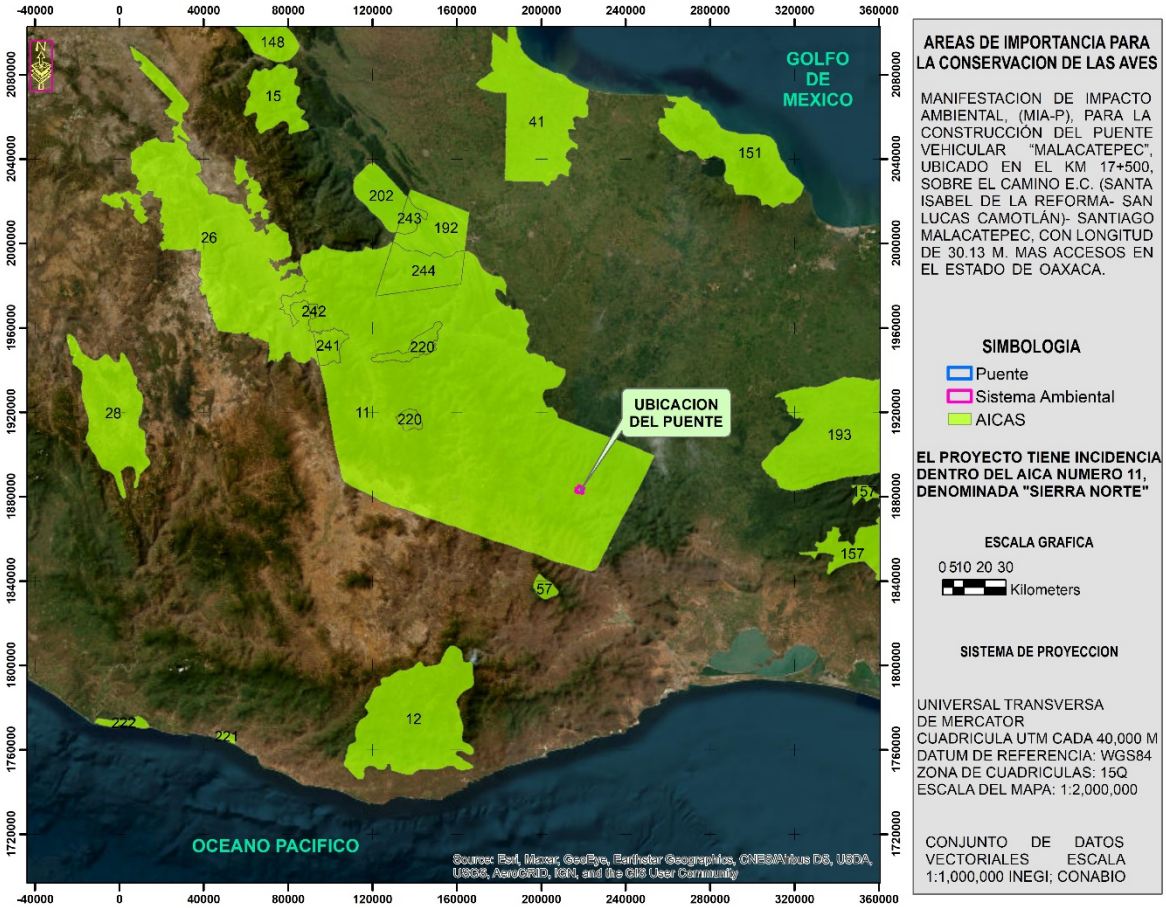



**Imagen 33.- Mapa de AICAS con respecto al SA-proyecto.**

**Descripción:** Es un sistema montañoso alto, escarpado, disectado por profundos cañones como los de los ríos Cajonos, Soyolapan y Sto. Domingo. Su altitud varia de 50 msnm al sur del distrito de Tuxtepec hasta 3700 msnm en el Cerro de Cempoaltepetl, en la zona Mixe. La mayoría de las pendientes superan los 45 grados, inclusive forman laderas de cañones como las de los ríos Cajonos y Sto. Domingo. Hacia los límites de la planicie costera del Golfo existen lomeríos con pendientes suaves a menos de 50 msnm. Limita al n-noreste con las llanuras de la planicie costera del Golfo, al sur con los Valles Centrales, al este con la Sierra Mixe y al oeste con los Valles Intermontanos de la región de la cañada. La temperatura media anual varía de 26°C entre los 50 y 150 msnm en la planicice costera del Golfo hasta 9°C a 3150 msnm, siendo menores en partes más altas. La precipitación total anual va desde 545 mm aproximadamente en la Cañada, hasta casi los 6000 mm en Vistahermosa (Comaltepec).

**Superficie**
1423558.15514

**Categoría 1999**: G-1, el sitio contiene una población de una especie considerada como globalmente amenazada, en peligro o vulnerable (según el libro rojo de BIRDLIFE).

**Categoría Birdlife 2007**: A1 (amenazadas a nivel mundial, se basa en las categorías de amenaza UICN-Birdlife, A2 (distribución restringida, se considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de

especies cuyas distribuciones reproductivas lo definen como un área de endemismo de aves) y A3 ( especies restringidas a un bioma, se conoce o se considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de especies cuyas distribuciones están muy o totalmente confinadas a un bioma).

**Vinculación con el proyecto:** el presente estudio se realiza con la finalidad de proteger y conservar la biodiversidad en el sistema ambiental delimitado para el proyecto, un grupo importante es el de las "aves" para el cual se proponen medidas de prevención y mitigación que coadyuven al proyecto y hacerlo compatible con el presente programa.

### III.5.7 CONVENIO RAMSAR

Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

La superficie correspondiente al proyecto NO incide en algún sitio RAMSAR.

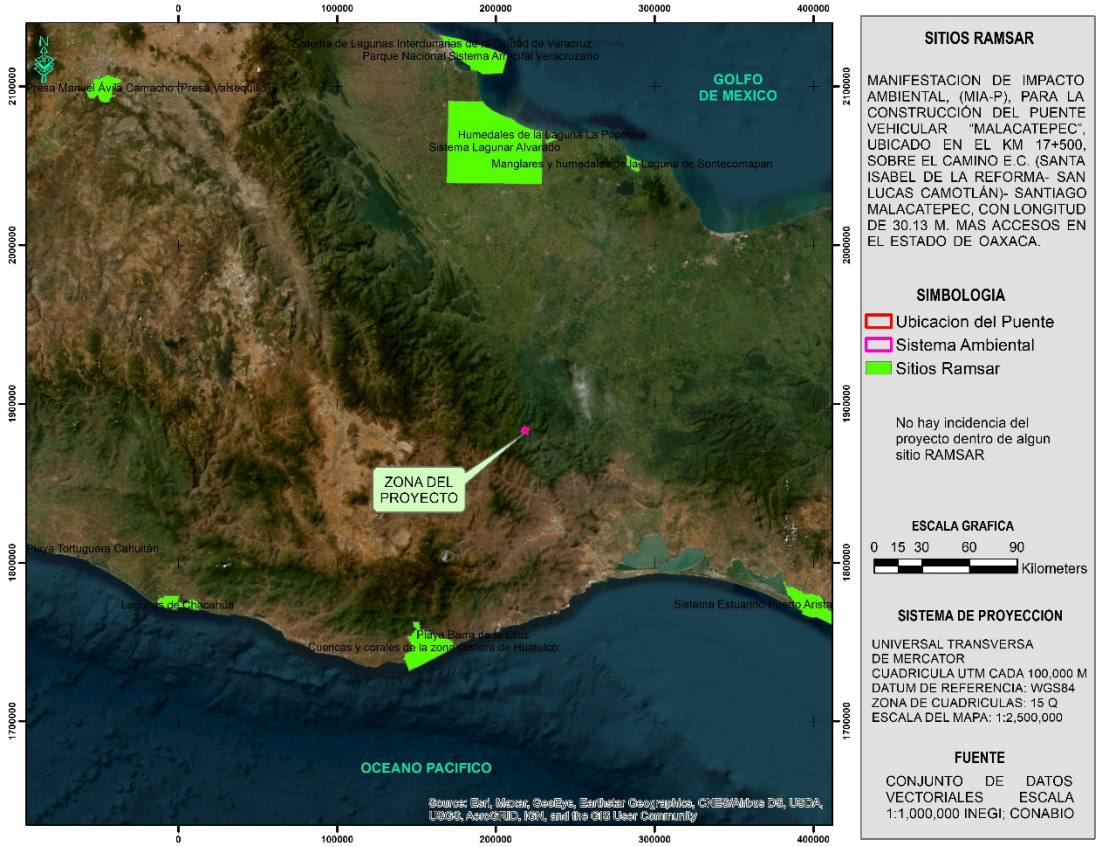



**Imagen 34.- Sitios RAMSAR.**

### III.5.8 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT)

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) fue derivado del Plan Nacional de Desarrollo, dentro de sus objetivos está el de 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; y algunas de sus estrategias son 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., en tanto que entre las líneas de acción está la de Impulsar una gestión integral del desempeño ambiental y de monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.

**Vinculación con el proyecto**

Para el desarrollo del proyecto se plantean una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación del impacto ambiental por las actividades de modernización del camino, con lo que se aporta a la gestión integral del desempeño ambiental, se previene la contaminación y se evita la degradación ambiental coadyuvando al pleno ejercicio de un ambiente sano.

# CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

## IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia de acuerdo con la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación, Modalidad: particular se define por:

> "Los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto, Pag 31. Sección IV.1. Delimitación del área de influencia. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías Generales de Comunicación Modalidad: particular. (SEMARNAT https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu_a_MIA_Particular_Comunicaciones.pdf)

En este sentido y considerando que se trata de un proyecto de Puente Vehicular que tiene como fin dar paso sobre una corriente hidrológica de tipo intermitente sin afectar las condiciones hídricas del "Río" en donde se ubica el proyecto se determinó que el área de influencia está determinada por un buffer de distancia 500 metros aguas abajo y 500 metros aguas arriba, con un ancho de 200 metros a cada lado del rio para determinar el área de influencia del puente, por lo que se determinó un área de 50.85has tal como se muestra en el mapa.

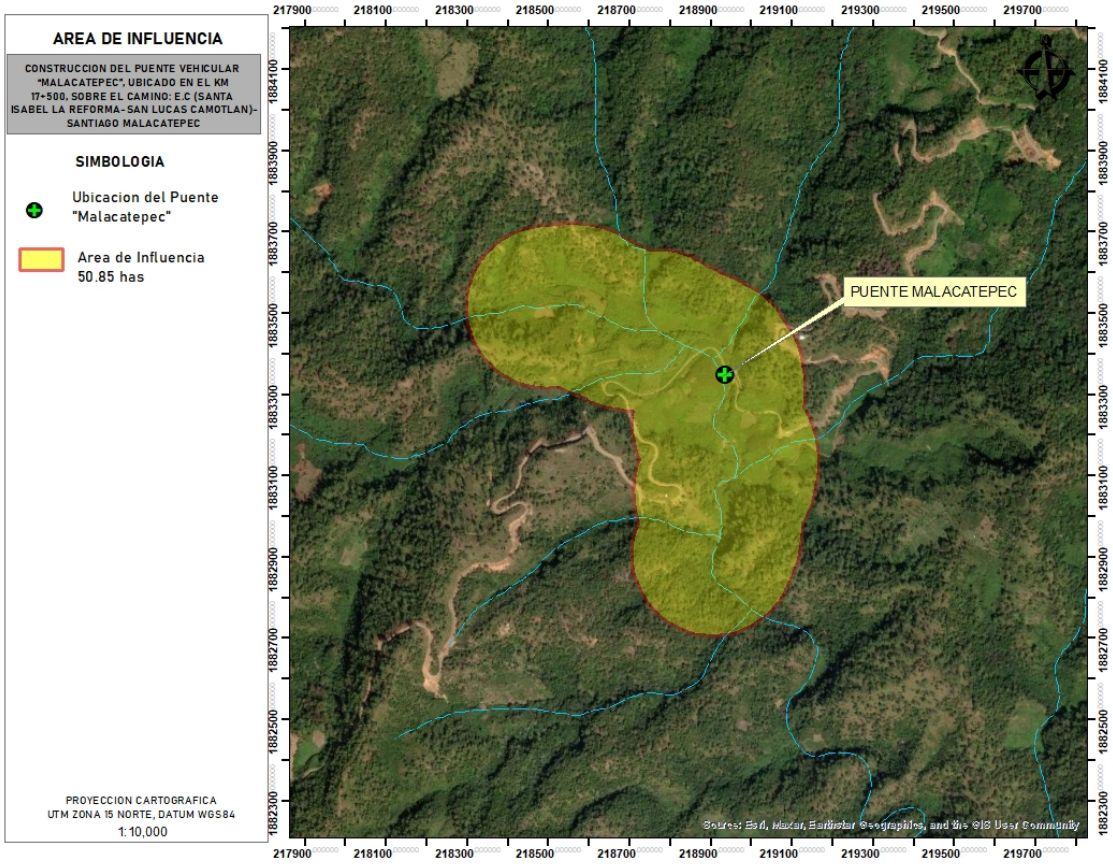



**Imagen 35.- Área de influencia del proyecto.**

**IV.1.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.**

Para la delimitación del sistema ambiental se empleó la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del Sector Vías Generales de Comunicación. Modalidad Particular, en donde indica lo siguiente

> Para el caso de obras y actividades en zona terrestre se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio), la zonificación de usos de suelo cuando existe un plan o programa de desarrollo urbano o la zonificación establecida en un decreto de área natural protegida, microcuencas, topoformas, entre otros. Pag 31 . Sección IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías Generales de Comunicación Modalidad: particular. (SEMARNAT https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu_a_MIA_Particular_Comunicaciones .pdf)

Se determinó en primer lugar considerar la Unidad de Gestión ambiental donde incide el proyecto de acuerdo al Programa de ordenamientos Ecológico Regional del Territorio de Oaxaca como el primer parámetro de delimitación del Sistema Ambiental, es decir la UGA 042 con una política de conservación con aprovechamiento sustentable, sin embargo esta UGA corresponde también a la zona de influencia del proyecto al igual que la UGA 004 por una política de aprovechamiento sustentable por lo que se determinó emplear el criterio de microcuenca para la delimitación del sistema ambiental, dado que están implicadas dos UGAS.

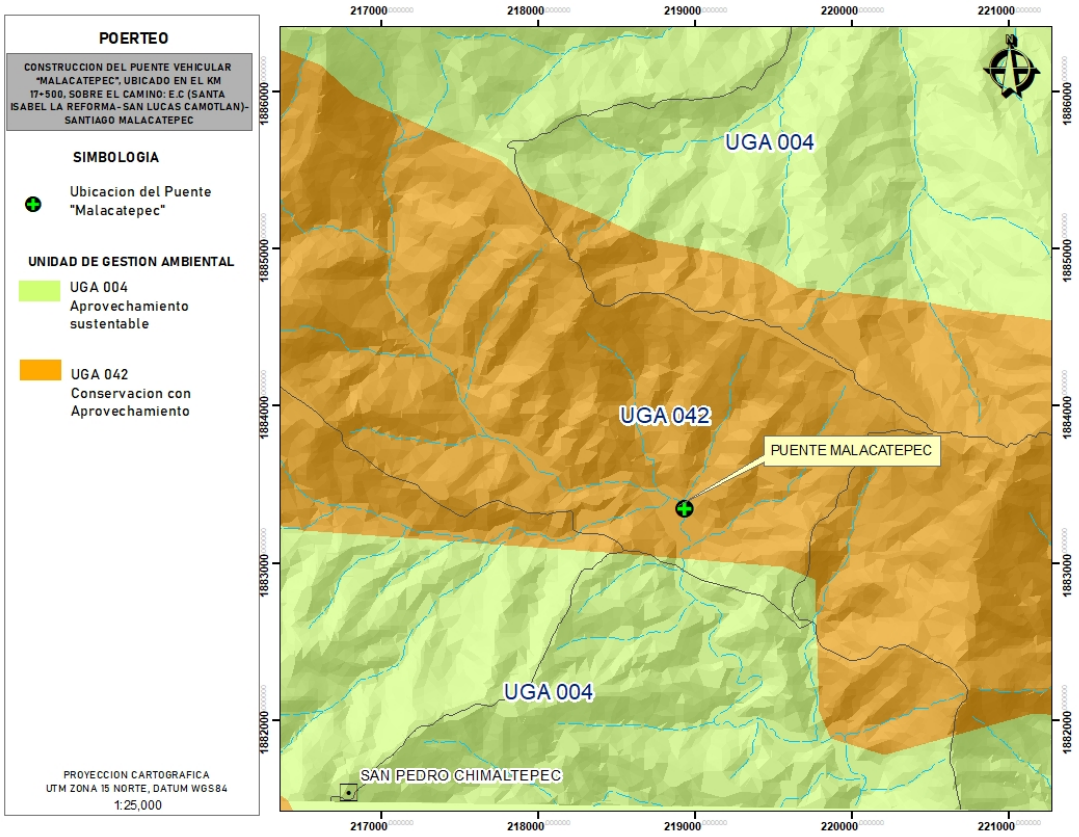



**Imagen 36.- Localización del proyecto respecto a las UGAS del POERTEO**

La forma del terreno, define los patrones de drenaje que en conjunto con la morfología del terreno brindan los elementos técnicos para la delimitación de la microcuenca como el sistema ambiental, lo cual va de acorde al proyecto dado que se proyecta construir un puente sobre una corriente de tipo intermitente,en este sentido se realizo la sobreposición de capas temáticas del proyecto con la de microcuencas de acuerdo a la información contenida en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) resultado de esto se tiene que el proyecto se localiza en la microcuenca nombrada "San Lucas Camotlan", sin embargo se aprecia que al extensión territorial de dicha microcuenca es muy extensa con relación al tipo de proyecto, el cual es de tipo puntual, por lo que se determinó delimitar una microcuenca con menores dimensiones que considere únicamente la corriente hidrológica en donde se localizará el puente.

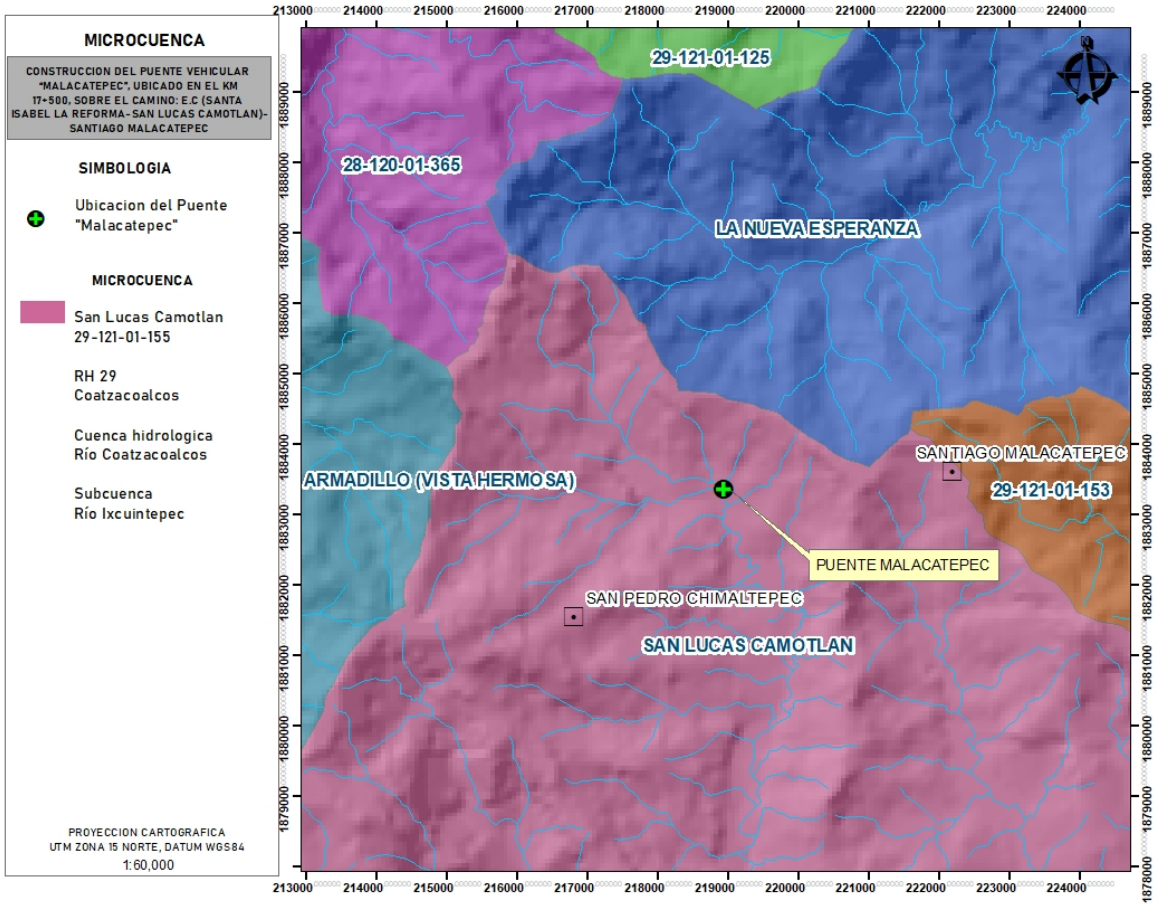



**Imagen 37.- Microcuencas en el área del proyecto**

La cuenca hidrológica es la unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales, a es un concepto utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar, Una cuenca es un territorio mayor a 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas; las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, y cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas. http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf

Cabe destacar que en la cuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de

comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por ello, la planificación del uso y manejo de los distintos recursos en la cuenca debe considerar todas estas interacciones http://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf

El sistema de la cuenca hidrologica, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- Biológico, que integran esencialmente la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.
- Físico, integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).
- Económico, integrado por todas las actividades productivas que realiza el hombre, en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (caminos, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- Social, integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, y legal.

Los elementos que integran los subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que se ubique la cuenca y al nivel de intervención del factor humano.

- Una cuenca hidrologica se puede decir que está compuesta por determinadas partes, según el criterio que se utilice
- Criterio 1 Altitud: Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2,500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo, de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes. Generalmente este criterio de la altura se relaciona con el clima y puede ser una forma de establecer las partes de una cuenca.
- Criterio 2 Topografía: Otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce.

Por lo que de acuerdo con lo anterior se determinó emplear el criterio de topografía para delimitar el Sistema Ambiental, ´para lo cual se empleó un software de Sistema de Información Geográfica que permite el manejo de capas de datos

En este sentido y con el fin de conocer la morfología del terreno que la vez tiene una relación directa con la formación de los patrones de drenaje mediante la utilización de un sistema de información geográfica (ArcGis) se empleó la capa de curvas de nivel de cota cada 20mt, este archivo tipo *.shp se obtuvo de los datos vectoriales de ambas cartas de INEGI, escala 1:50,000 www.inegi.gob.mx a dicha capa se le sobrepuso la capa de ubicación del eje del proyecto, la separación entre las curvas del nivel en el sitio nos indican que es un terreno bastante heterogeneo en cuanto la forma del relieve, ubicado en una zona montañosa, así también se sobrepuso la capa de hidrología la cual permite identificar la corriente hidrológica sobre la cual se ubicara el puente, asi como su corrientes tributarias

A partir de las curvas de nivel arriba mencionadas se creó un TIN, el cual visualmente nos permite ubicar el sitio del proyecto en relación a la morfología del terreno por lo que en análisis visual se deduce que el sitio del proyecto se ubica en una zona de serranía.

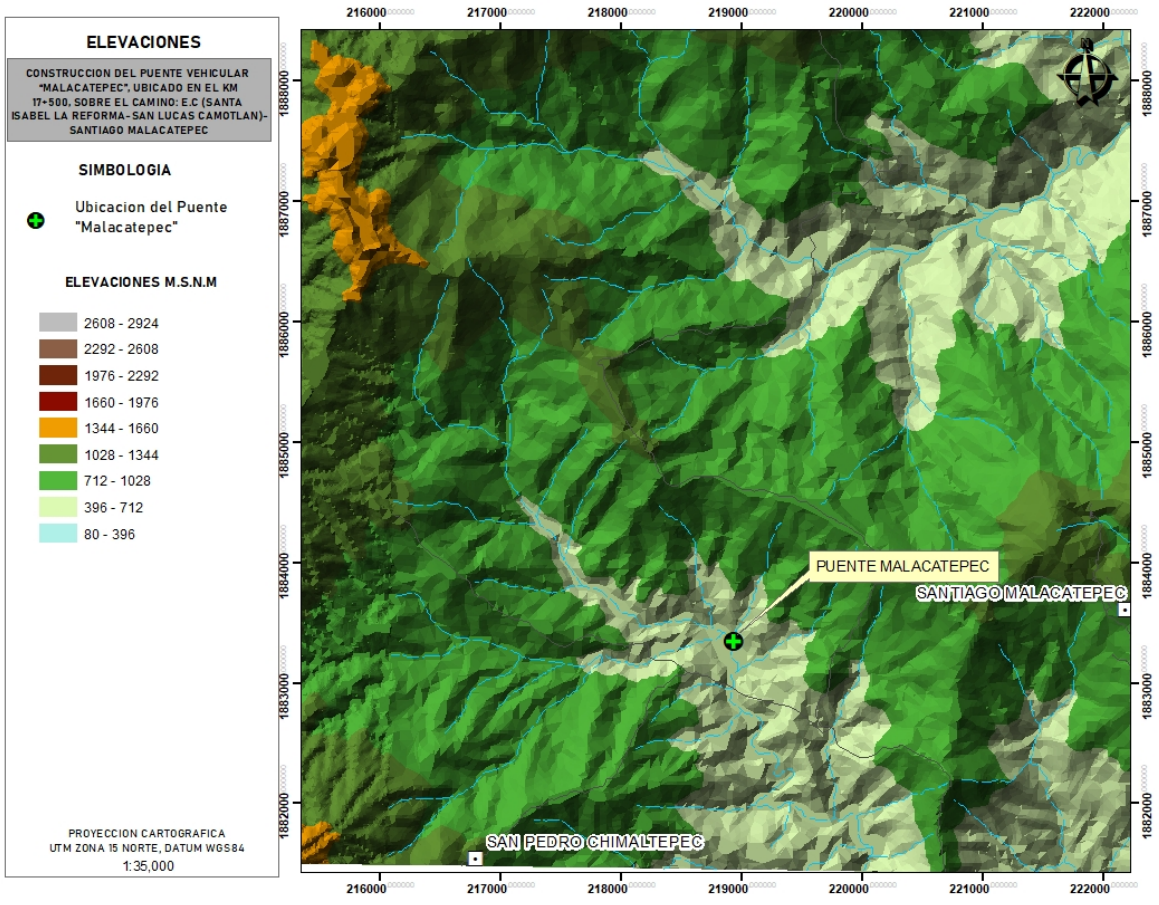



**Imagen 38.- Relieve del terreno**

Con la información generada y tomando como base el parteaguas de la corriente hidrológica de tipo intermitente en donde se localizará le puente se procedió a delimitar la microcuenca del río donde se localiza el proyecto, tomando en consideración el patrón de drenaje

El resultado es un Sistema Ambiental, con una superficie de 853.07 has, con base al criterio técnico de delimitación de cuencas con criterio de morfología del terreno, por lo que de acuerdo al concepto de sistema ambiental, la poligonal resultante se ubica en una unidad homogénea de acuerdo al criterio de cuencas,

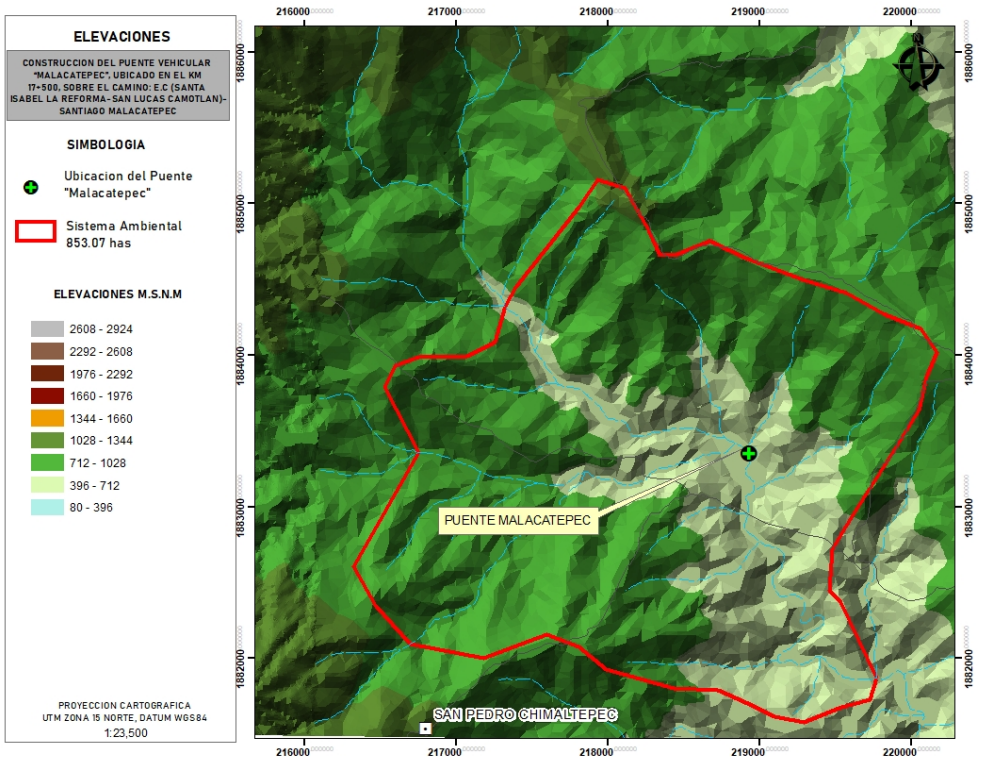



**Imagen 39.- Sistema ambiental con relieve del terreno**

Es importante señalar que el sistema ambiental delimitado para el proyecto considera la delimitación de la microcuenca de San Lucas Camotlán sobre todo en la parte norte del sistema, por lo que se considera que dicha delimitación es una unida homogénea.

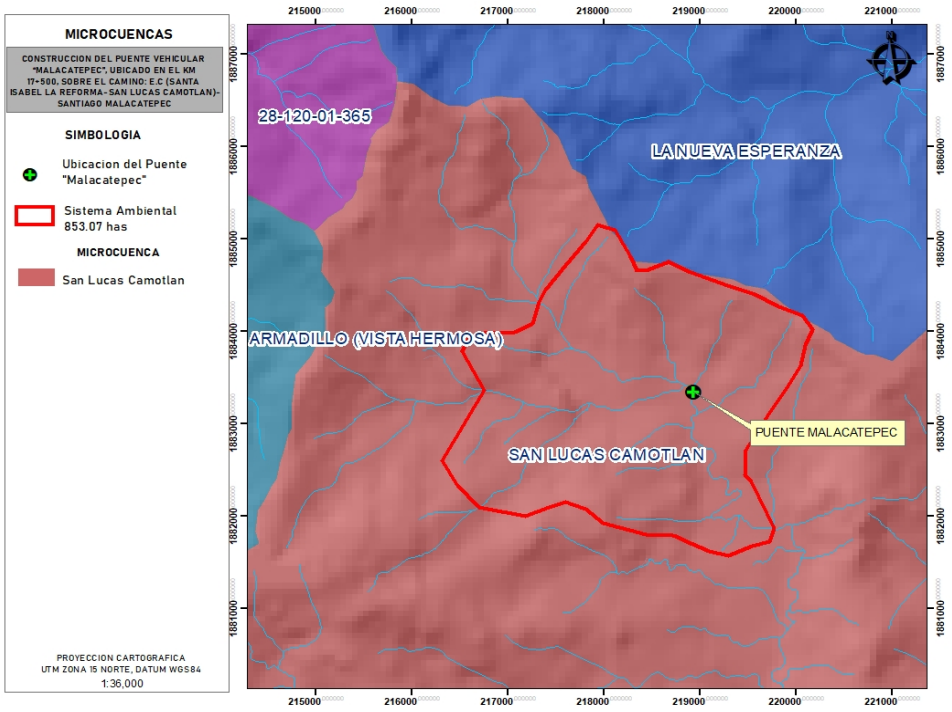



**Imagen 40.- Sistema ambiental con relación a las microcuencas del SIGEIA.**

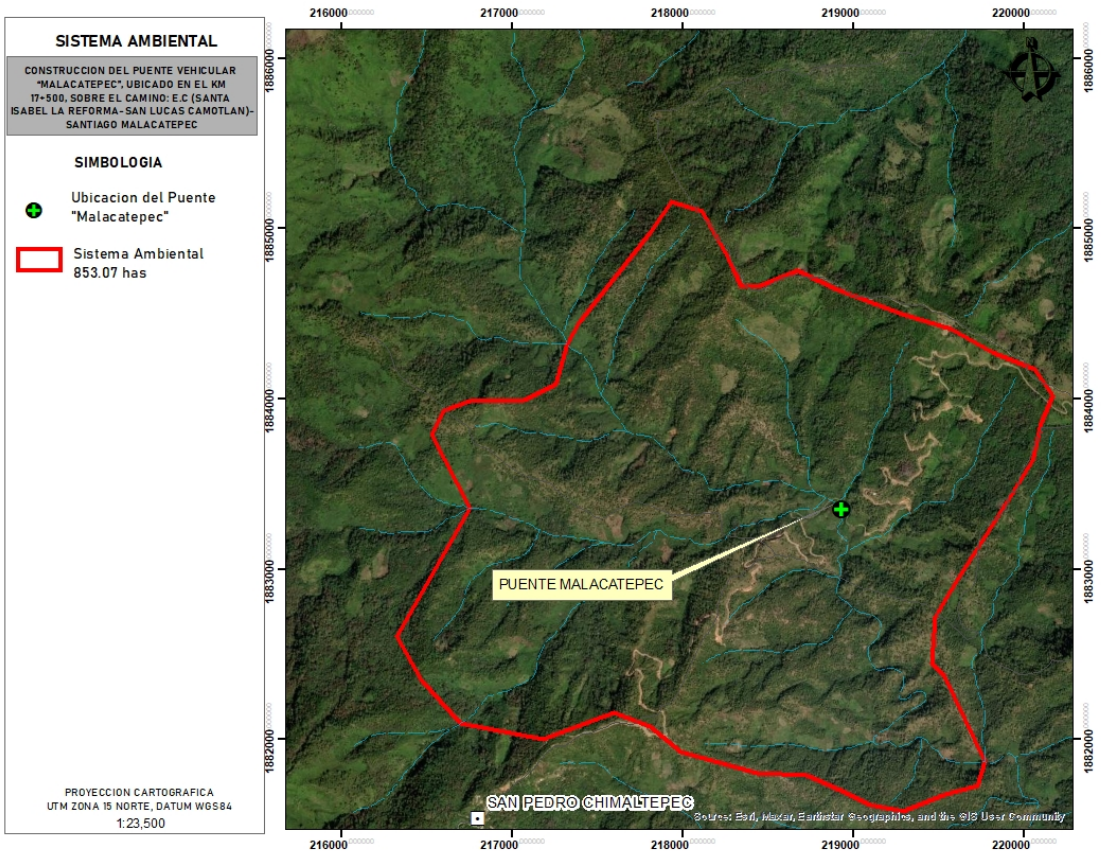



**Imagen 41.- Sistema ambiental en imagen de Google earth**

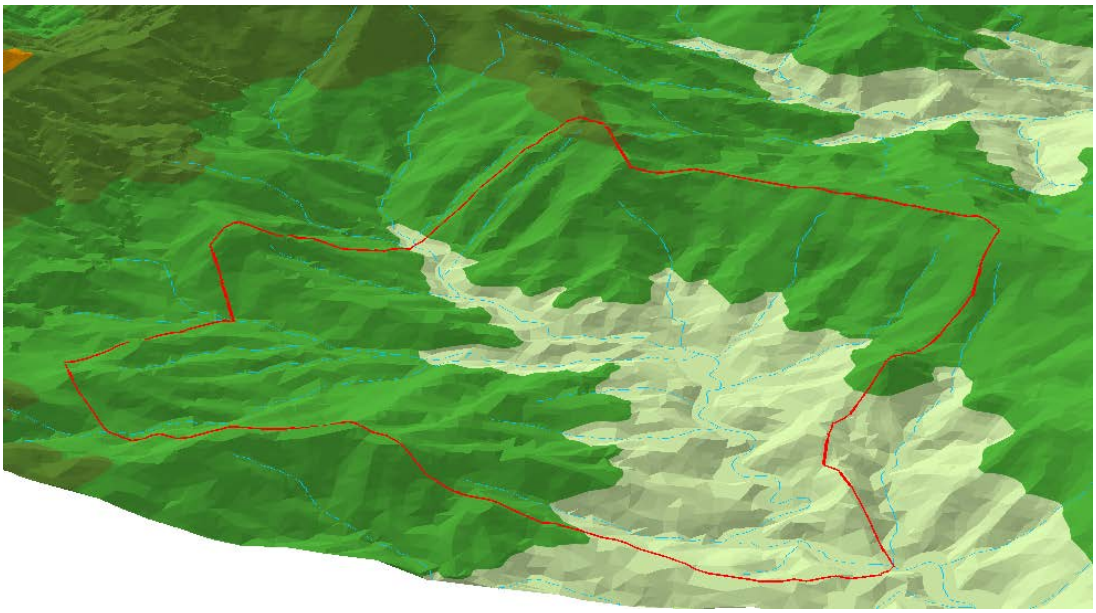


**Imagen 42.- Delimitación del sistema Ambiental del Puente Malacatepec**

## IV. 2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La descripción del sistema ambiental permite tener un panorama objetivo de los elementos ambientales presentes en el sitio del proyecto con la única finalidad de aportar elementos para el diagnóstico y pronósticos del comportamiento ambiental por el desarrollo del proyecto considerando las tendencias ambientales de la región, por lo que en los apartados siguientes se realiza tal descripción.

### IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

#### IV.2.1.1 EDAFOLOGÍA

Los suelos son el producto de la interacción, a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. En el estado de Oaxaca dominan las topoformas de sierras y lomeríos, que en conjunto constituyen aproximadamente el 80% y, junto con las condiciones climáticas, han tenido influencia en el intemperismo de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para que a partir de la formación de sedimentos se haya dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (litosoles, rendzinas y regosoles) en primer lugar, a suelos con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, castañozems) en segundo y, en menor extensión, a suelos maduros (acrisoles, luvisoles, nitosoles) La vegetación ha contribuido con la aportación de materia orgánica para la formación suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles.

Por lo anterior se considera que el intemperismo físico ha predominado sobre los procesos químicos y bioquímicos en la formación de los suelos. Algunos procesos formadores han sido la humificación de la materia orgánica para la formación de los horizontes mólicos y húmicos en suelos como los feozems, la formación de arcillas en horizontes superficiales y la posterior migración de ellas hacia horizontes más profundos para la formación del denominado horizonte argílico, como también en algunas áreas muy localizadas donde el estancamiento de agua en el interior del suelo y la acumulación de sales han ocasionado la formación de horizontes gléyicos y sálicos, respectivamente.

Para llevar a cabo la caracterizaron edafológica del SA se tomó como base la información contenida en los datos temáticos escala 1:250,000, por lo tanto, el tipo de suelo presente en el SA del proyecto corresponde a:

Acrisol humico + Regosol districo + Litosol de textura media

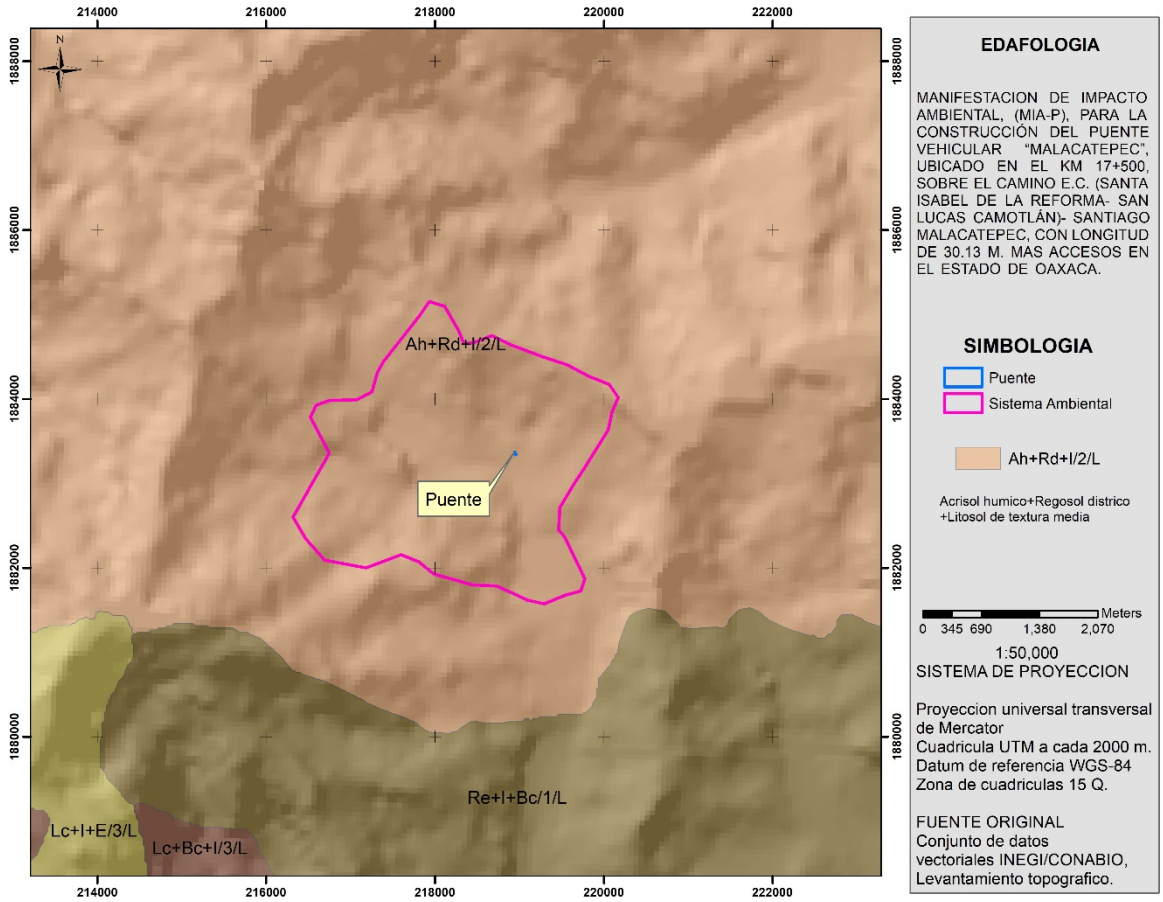



**Imagen 43.- Mapa de Edafología**

IV.2.1.2 GEOLOGÍA

El territorio del Estado de Oaxaca, en su Geología es muy compleja debido a las placas tectónicas que son aquellas que forman las montañas, valles, entre otros. Oaxaca se encuentra en la placa continental de Norteamérica la cual se encuentra interactuando con la placa de Cocos. Es por ello que se ha clasificado como una de las más activas.

La actividad sísmica en Oaxaca es intensa debido a los esfuerzos de deformación y ruptura por cizalla, en donde la placa de Cocos es destruida bajo la placa Norteamericana en un proceso geológico de escala terrestre llamado subducción. El terreno de Oaxaca se encuentra afectada por tres sistemas principales de fallas, clasificadas como normales e inversas.

El Sistema Ambiental se localiza en rocas metamórficas e ígneas del tipo esquistos y granito.

Las rocas más antiguas en la entidad corresponden a rocas metamórficas tipo gneis, PE(Gn); con esta clave se designan a las rocas del Complejo Oaxaqueño que consisten de paragneis y ortogneis gabroide anortosítico, de facies de anfibolita de almandino y granulítica, de clase química cuarzofeldespática; la textura es holocristalina granoblástica y se observa cuarzo con extensión ondulante, andesina, oligoclasa, microclina, clorita, sericita, esfena, zircón, hematita, sillimanita e ilmenita. Estructuralmente se presentan bandeados en gris y blanco con mesopliegues y zonas locales de cataclasis. Las rocas del Complejo Oaxaqueño subyacen discordantemente a las calizas de la Formación Teposcolula. Esta unidad se expresa como montañas escarpadas con crestones redondeados, aflora profusamente en el centro y sur del territorio estatal.

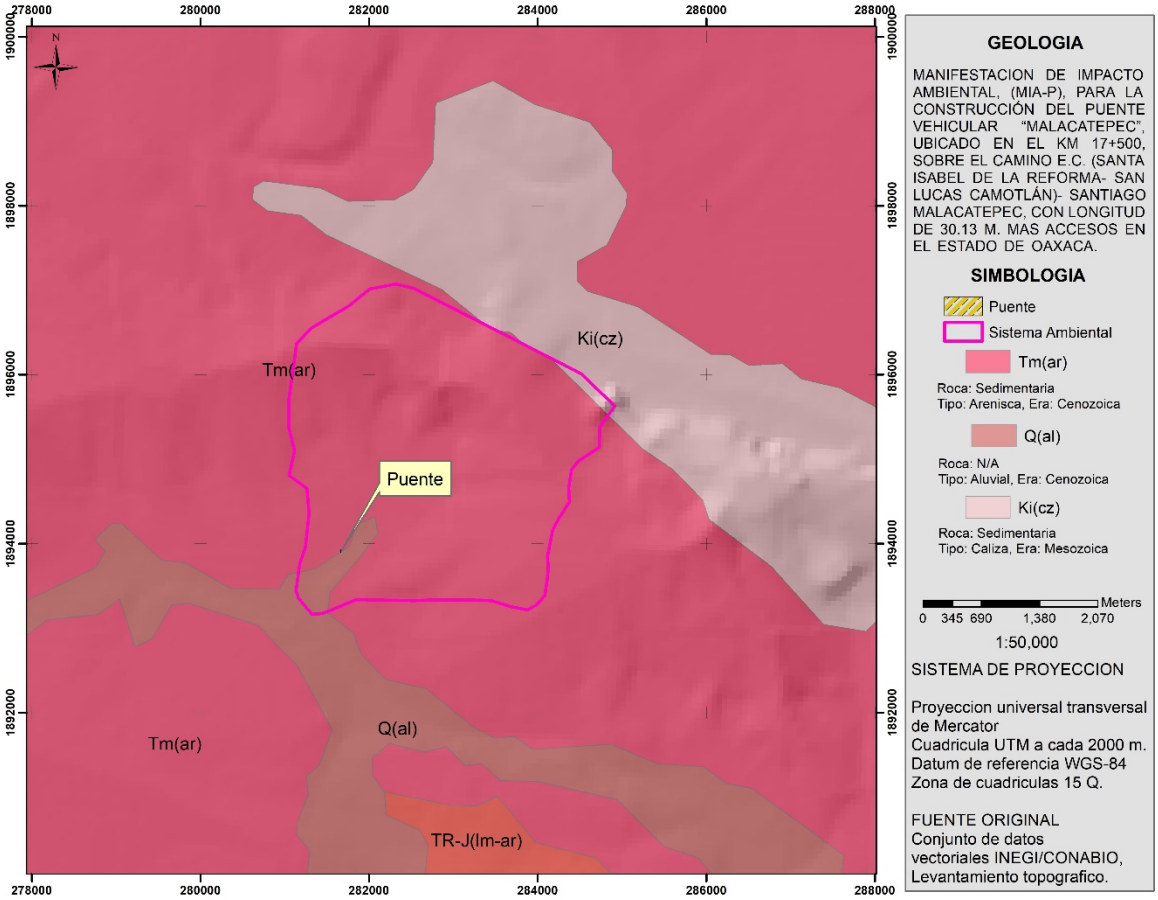



**Imagen 44.- Mapa de Geología**

Geomorfológicamente la región se caracteriza por constituir barrancas profundas y valles intermontanos; las laderas de las barrancas y valles definen pendientes mayores al 35%. Las elevaciones máximas de poco más de 3,000 msnm no definen orientación y se establecen en las rocas ígneas. Los afloramientos calcáreos alcanzan altitudes de unos 2,500 m y se orientan sensiblemente en dirección sur-norte y los conglomerados conforman lomeríos que se alzan unos 150 m arriba de las hondonadas y barrancas que los disectan; el drenaje que se adapta en estas rocas es rectangular en las corrientes de primer y segundo orden, condicionado por los sistemas de fracturas y fallas que afectan a las rocas, adaptándose también los drenajes de tipo radial divergente y dendrítico en las elevaciones y en las rocas suave

### IV.2.1.3 PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAMIENTO

México se ubica entre cinco placas tectónicas: Pacífico, Caribe, Cocos, Rivera y Norteamericana En esta última se encuentra la mayor parte del territorio mexicano, los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, parte del océano Atlántico y parte de Asia; en la placa del Pacífico se localiza la península de Baja California, gran parte del océano Pacífico y California; la placa del Caribe alberga parte del sur de Chiapas, las islas Caribeñas y los países de Centroamérica. Las placas de Cocos y Rivera son oceánicas y se encuentran debajo del océano Pacífico.

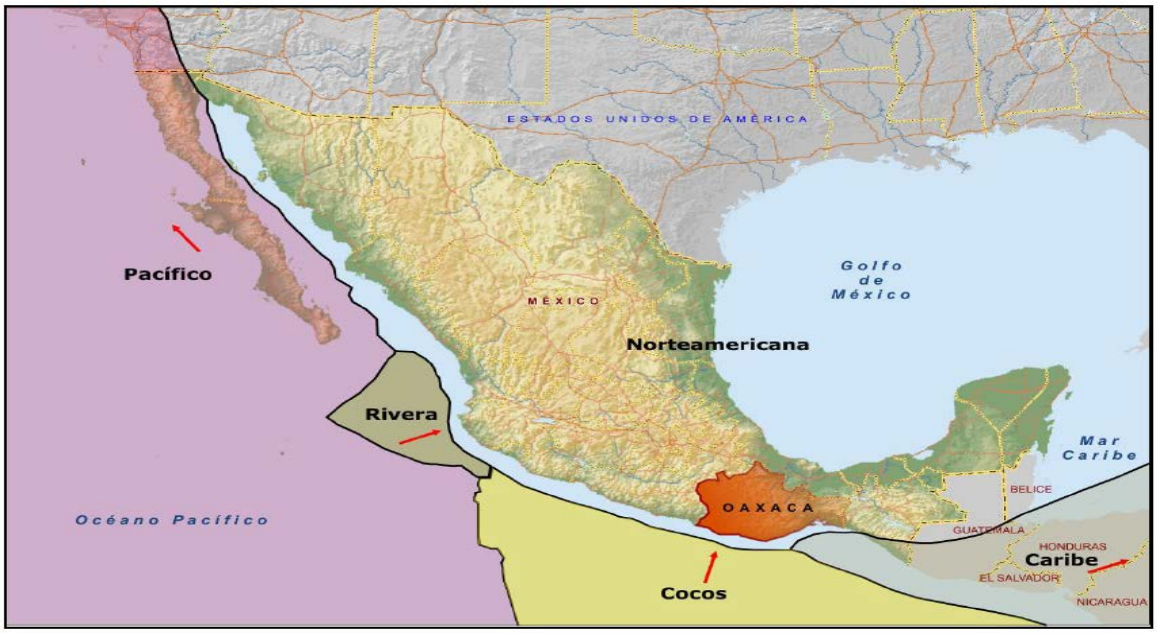



**Imagen 45.- Placas tectónicas en la República Mexicana**

La actividad sísmica en la República Mexicana se debe particularmente, a los desplazamientos entre las placas de Cocos, Rivera, del Pacífico y de Norteamérica, la interacción de estas dos últimas originan la actividad sísmica que se manifiesta en la parte norte de la Península de Baja California, en tanto que la subducción de la placa de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamérica, origina la actividad sísmica en el Sureste de México, esta área de contacto comprende toda la costa del Pacífico desde el estado de Jalisco hasta el de Chiapas.

A su vez el estado de Oaxaca está dividido en las siguientes unidades:

A. Cuenca sedimentaria de Tlaxiaco
B. Cuenca de Tehuantepec C. Batolito de Chiapas
C. Cuenca de Papaloapam
D. Cuencas Terciarias
E. Península de Oaxaca
F. Sierra Madre del Sur




**Imagen 46.- Mapa tectónico del estado de Oaxaca.**

En las unidades tectónicas se localizan fallas, que son discontinuidades formadas a partir de fracturas en rocas superficiales de la Tierra, ocasionadas cuando las fuerzas tectónicas rebasan la resistencia de las rocas. En Oaxaca los terrenos Maya, Cuicateco, Zapoteco, Mixteco y Chatino, están definidos por las fallas de mayor consideración en el estado las cuales son:

- Cabalgadura de Vista Hermosa, limita parte de los terrenos Maya y Cuicateco
- Falla Oaxaca, limita a los terrenos de Cuicateco y Zapoteco. Se extiende desde los límites con el estado de Puebla hasta la parte norte de la Ciudad de Oaxaca, es de tipo normal, (de la misma forma que las siguientes.
- Falla de Tamazulapan, su extensión abarca desde la parte norte del estado hasta la falla Juchatengo.
- Falla Juchatengo, se extiende desde los límites con el estado de Guerrero hasta la falla Chacalapa.
- Falla Chacalapa, continuación de la falla Juchatengo, extendiéndose hasta la región del Istmo de Tehuantepec




**Imagen 47.- Mapa de fallas del estado de Oaxaca.**

Dentro del SA no se encuentran ninguna falla que pueda poner en riesgo el proyecto.

En la zona donde se tiene contemplado la construcción del puente no existe la presencia de elementos estructurales conocidos como fallas o fracturas.

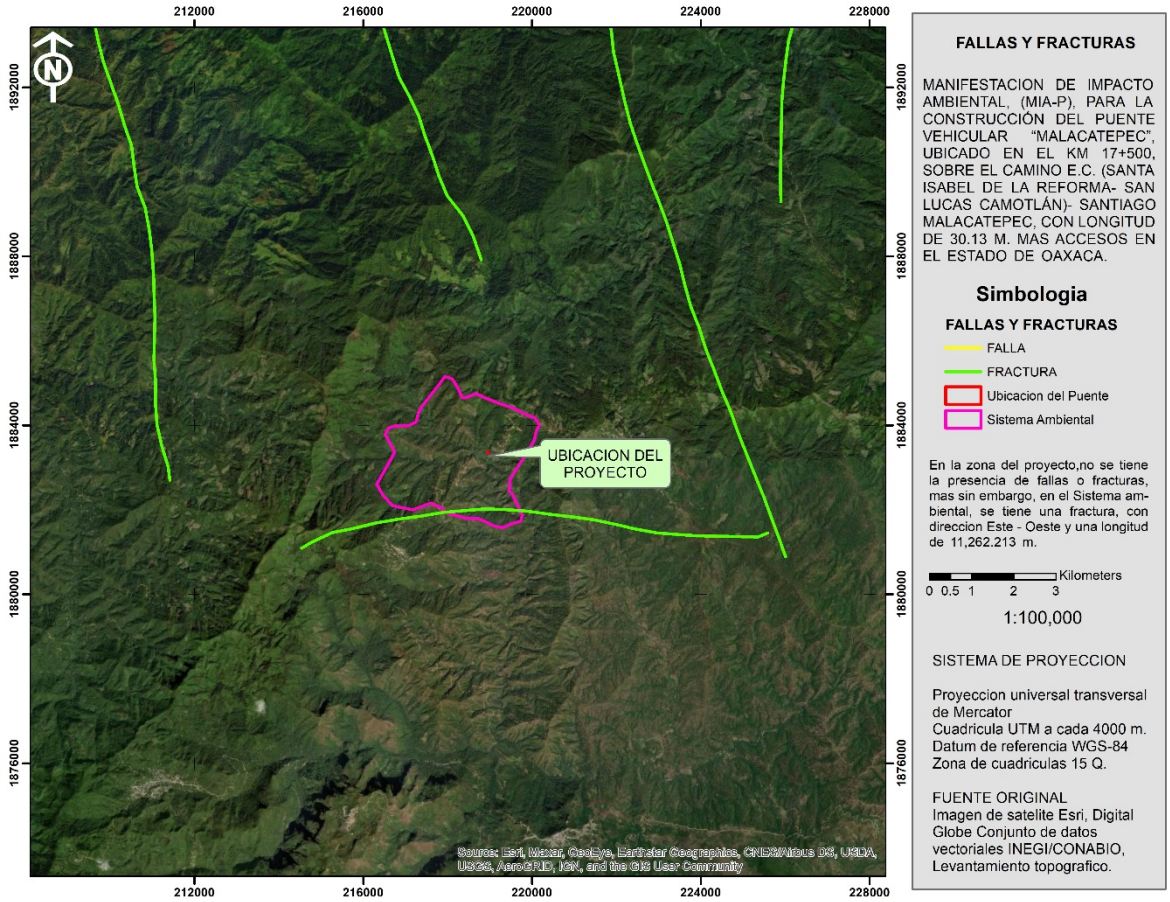



**Imagen 48.- Fallas y fracturas.**

## IV.2.1.4 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO A SISMICIDAD, DESLIZAMIENTO, DERRUMBES, INUNDACIONES, OTROS MOVIMIENTOS DE TIERRA O ROCA Y POSIBLE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

El estado de Oaxaca se ubica en una zona de alta sismicidad para México a su vez se ha dividido en ocho zonas sísmicas.

- Zona Mixteca Media, en esta zona los temblores afectan a los estados de Guerrero y Oaxaca, sintiéndose con menor intensidad en la costa y Huajuapan de León, el valle central de Oaxaca y las zonas de Tlapa y Chilapa en Guerrero. En algunos casos presentan intensidades más fuertes al oeste de la zona

- Zona Huajuapan, los temblores de esta zona afectan primordialmente el sur del estado de Puebla, el noroeste del estado de Oaxaca y el noreste del estado de Guerrero. Esta zona se caracteriza porque en relación con el epicentro la intensidad es más fuerte en la dirección sur que en la dirección norte.

- Zona Norte y Cañada, se caracteriza porque los sismos en relación con su epicentro son más intensos hacia el norte que hacia el sur, afectando principalmente las ciudades de Tehuacán, Orizaba, Córdoba, Veracruz y Puebla.

- Zona Istmo, es un área comprendida dentro del estado de Oaxaca y limitada al este por el Istmo de Tehuantepec y al oeste por las zonas 5, 6 y 7.

- Zona Mixe, los temblores de esta zona han causado destrucción importante en la ciudad de Oaxaca y el área Mixe.

- Zona Valle, los sismos en esta zona han producido daños en la ciudad de Oaxaca y en la parte sur del Valle de Oaxaca.

- Zona Puerto Escondido-Huatulco, los sismos generados en esta zona han afectado localidades de Puerto Escondido, Pochutla, Puerto Angel, Huatulco y Loxicha.

- Zona Pinotepa Nacional-Jamiltepec, las áreas más afectadas por temblores son: Chacahua, Jamiltepec, Pinotepa Nacional y Ometepec.




**Imagen 49.- Zonas sísmicas del estado de Oaxaca.**

El Sistema ambiental definido para el proyecto se ubica en la zona 5 Mixe.

### IV.2.1.5 HIDROLOGÍA

El sistema ambiental se localiza en la subcuenca Río Ixcuintepec, en la región hidrológica 29 – Coatzacoalcos, Cuenca B: Coatzacoalcos, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

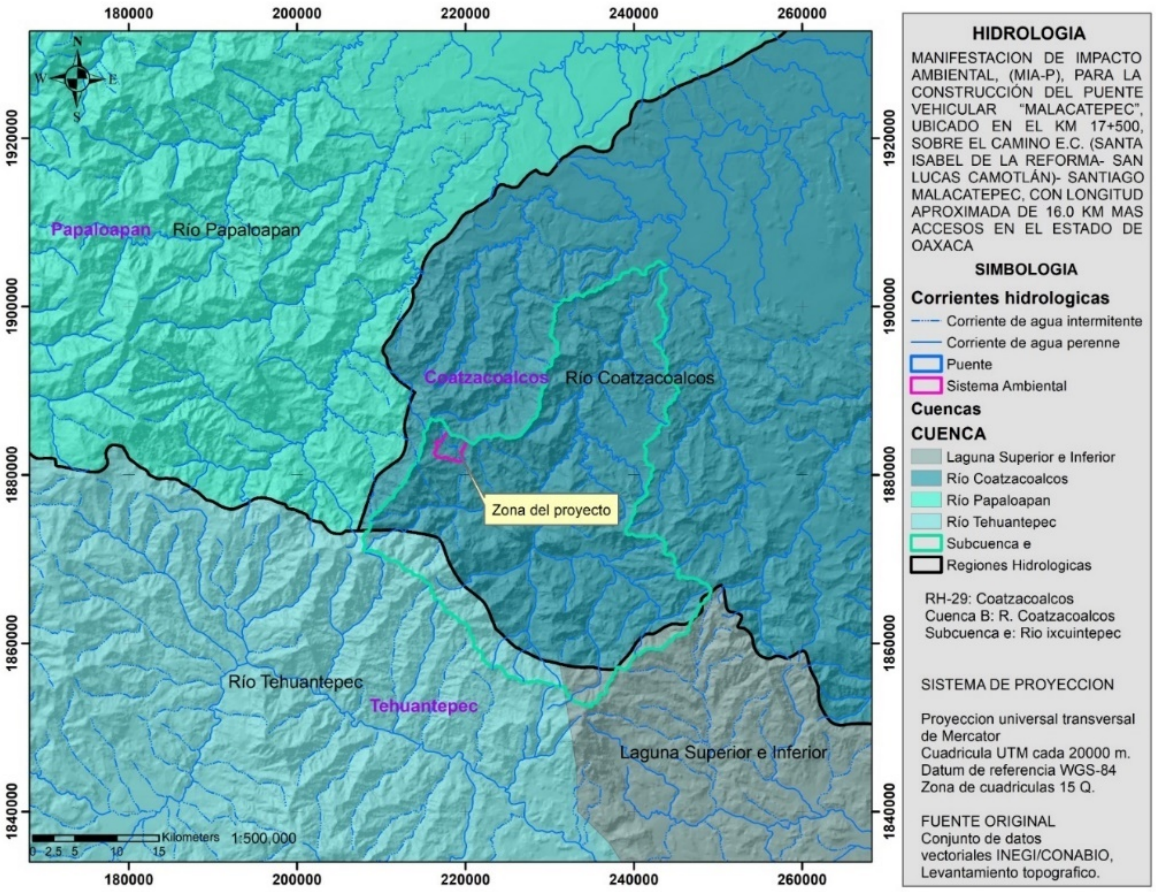



**Imagen 50.- Mapa de Hidrología.**

### *IV.2.1.6 CLIMA*

En la poligonal del sistema ambiental se desarrollan dos tipos de climas, uno de tipo Semicálido húmedo del grupo C y cálido húmedo. Tal y como se muestra en el mapa de climas que se presenta a continuación.

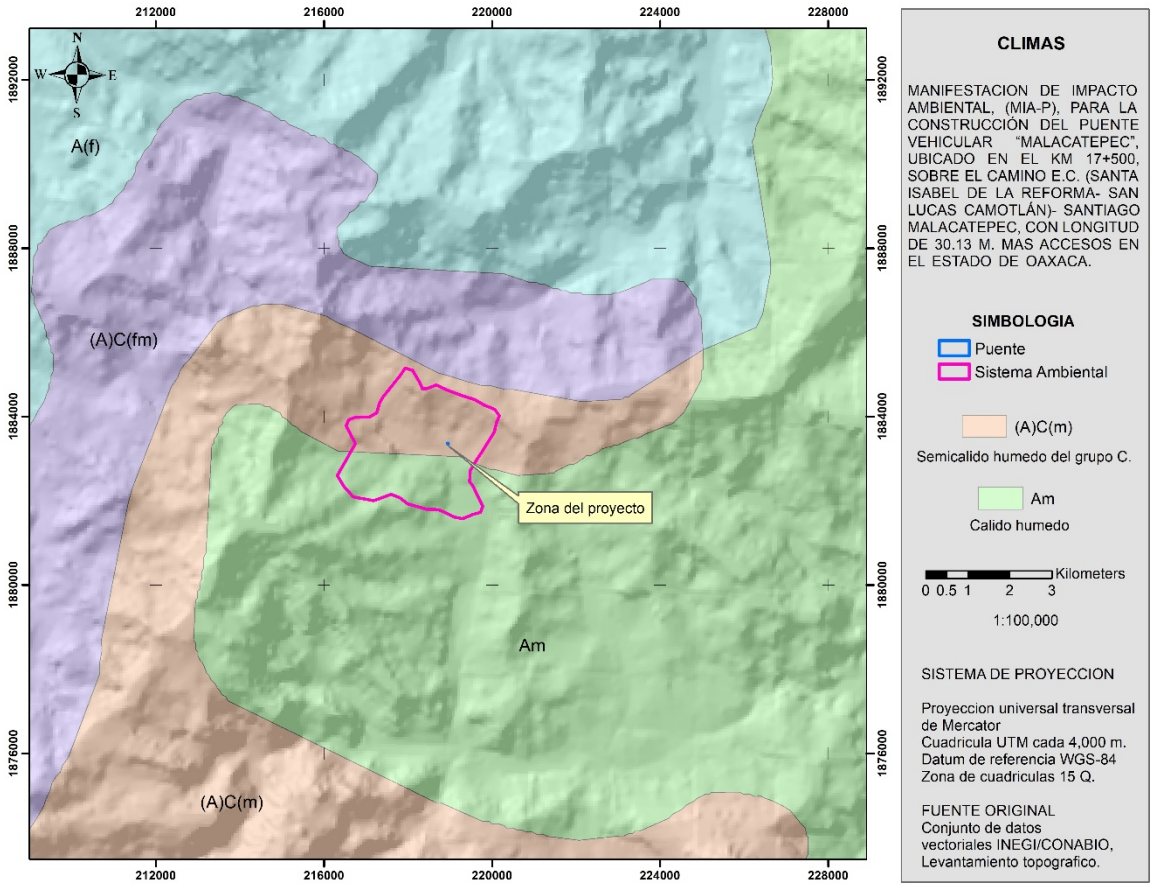



**Imagen 51.- Mapas de Climas.**

## IV.2.1.7 FISIOGRAFÍA

El Sistema Ambiental se ubica en la Provincia fisiográfica XII, Sierra Madre del Sur, suprovincia Sierras Orientales, tal y como se muestra en el mapa de fisiografía.

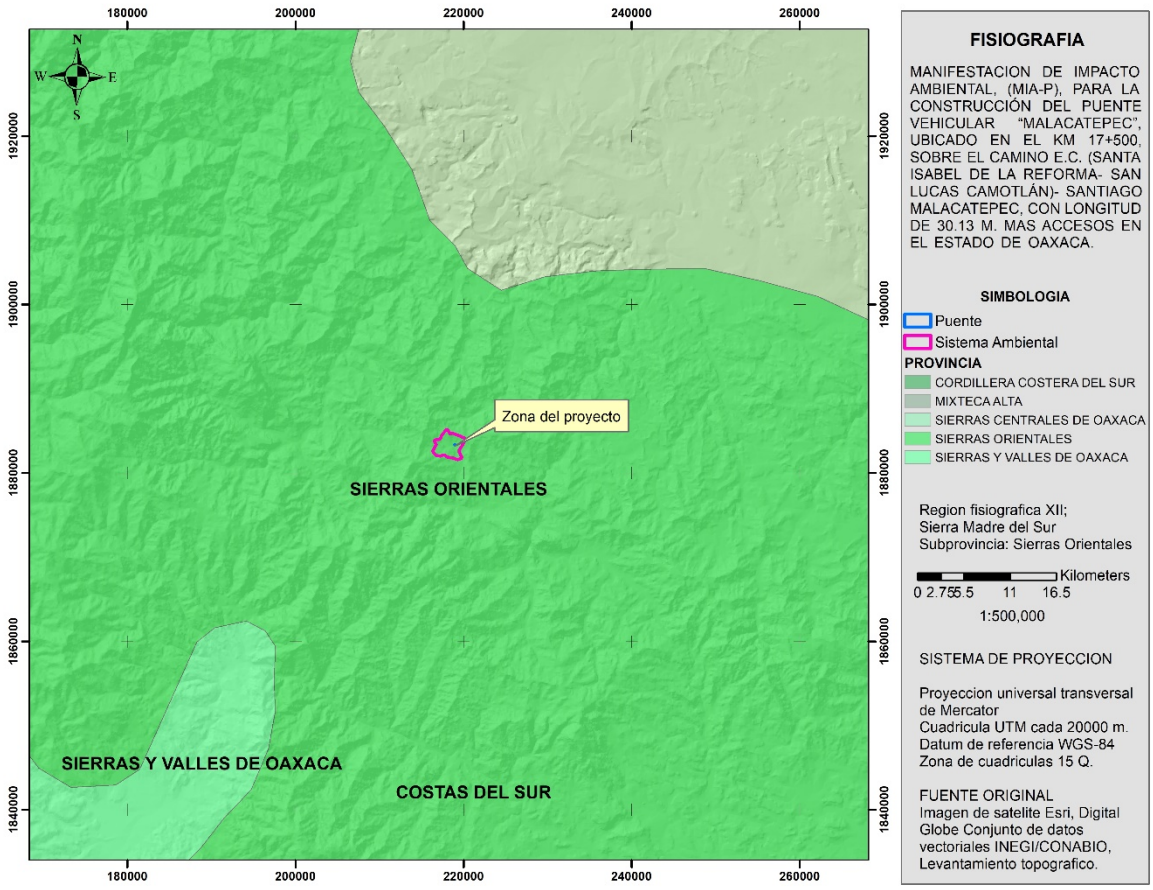



**Imagen 52.- Mapa de Provincias Fisiográficas.**

## IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

### IV.2.2.1 Flora y vegetación

#### A. Metodología

Al iniciar el trabajo detallado en un área dada es necesario conocer las especies presentes y la distribución y abundancia relativa de cada una de ellas; también es importante mencionar los rasgos morfológicos de las especies más importantes y las características ambientales de la zona.

Por lo tanto, el análisis de la vegetación para el presente estudio se basa en las siguientes características:

- Composición florística
- Composición de las formas biológicas
- Estructura de la vegetación
- Diversidad de especies

Durante el trabajo de campo los datos se anotan en formatos especiales, extraer directamente de las hojas de campo datos, como el número de especies encontradas en un sitio, llega a ser una labor difícil, tardada y con muchas posibilidades de error, por lo que se hace necesaria la elaboración de archivos electrónicos que permitan hacer un manejo más sencillo eficiente de esta información. Para el presente estudio se anexan de manera digital los archivos digitales en formato Excel los cuales contienen los datos obtenidos en campo para cada sitio de muestreo.

i. Tipo de muestreo

De acuerdo con las condiciones del SA-Área del proyecto, especialmente el tipo de vegetación y las condiciones actuales que esta presenta, para el área del proyecto no se realizó muestreo alguno dado que el sitio se encuentra altamente modificado, por lo tanto, para este se realiza solo la descripción de lo observado en campo con base en los recorridos realizados en el lugar, en el caso del Sistema Ambiental se eligió un muestreo de tipo aleatorio simple, en este tipo de muestreo toda la superficie tiene la misma probabilidad de ser muestreada, sin embargo, estos se colocaron de forma dirigida, esto con la finalidad de hacer una descripción de la vegetación localizada en dicha zona, así como, las condiciones en las que se encuentra.

ii. Ubicación de los sitios de muestreo

A continuación, se muestra la distribución y coordenadas de los puntos de muestreo del SA de manera dirigida sobre la vegetación existente.

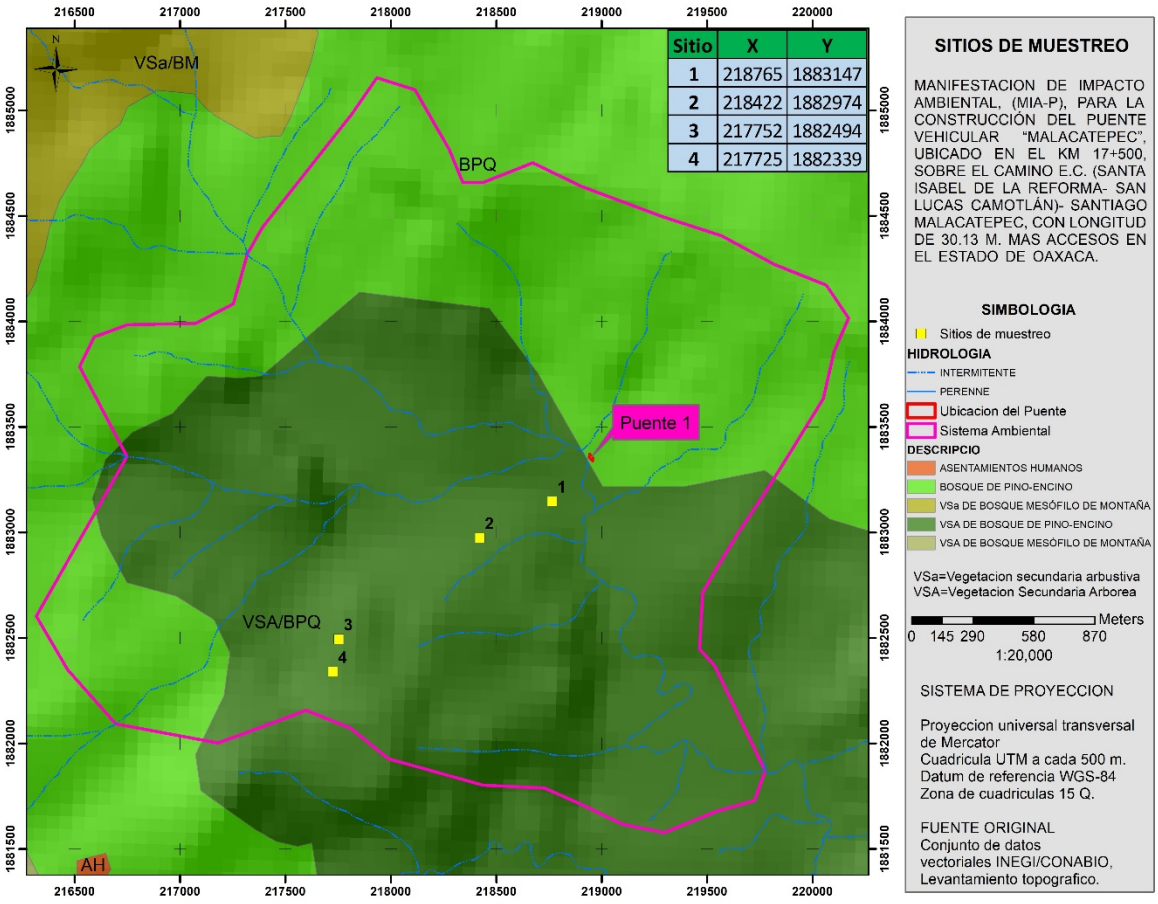



**Imagen 53.- Localización de los sitios de muestreo.**

iii. Forma y tamaño de los sitios

El método del cuadrado permite determinar con precisión la densidad, cobertura y frecuencia de las especies dentro de la comunidad y con base en esos datos destacar la importancia relativa de cada una de ellas. El

método del cuadrado no necesita áreas en forma cuadrada o cuadrangular, sino que pueden emplearse áreas con otras formas geométricas, que delimiten una superficie constante y conocida, tales como rectángulos o círculos (Franco et. al, 1989).

Para el caso del proyecto, los sitios se eligieron con respecto a cada uno de los estratos a muestrear, los cuales se definieron de la siguiente manera:

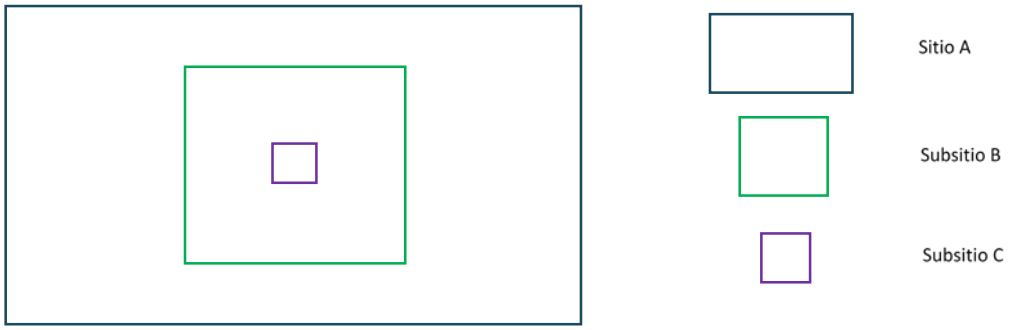



**Tabla 14**.-Dimensiones y elementos a evaluar por sitio y subsitio de muestreo.

| Sitio | Dimensiones (m) | Elementos para evaluar |
|---|---|---|
| **Sitio A**<br>**Estrato arbóreo** | 10 x 10 | Individuos con DAP >= 7 cm, altura > 1.3 m, H= altura total y cobertura. |
| **Subsitio B**<br>**Estrato arbustivo** | 5 x 5 | Número de individuos, altura y cobertura. |
| **Subsitio C**<br>**Estrato herbáceo** | 1 x 1 | Número de individuos, altura y cobertura. |

Por lo tanto, se establecieron 4 sitios de muestreo para el SA.

### B. Análisis de datos

**Identificación de especies y elaboración de listado florístico**

La identificación de los ejemplares colectados en los sitios de muestreo se realizó por medio del reconocimiento en campo y claves dicotómicas empleando estereoscopio, el primer caso consistió en la identificación directa en campo por los especialistas, hasta nivel de familia, género y muy pocas ocasiones hasta especie, para este caso se usó como apoyo el listado de especies con distribución potencial en el SA.

La determinación de las especies que no pudieron ser identificadas en campo, se realizó en gabinete, las muestras botánicas se determinaron con claves dicotómicas y revisión bibliográfica de varias publicaciones de la región y zonas vecinas.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; y su listado.

**Curva de acumulación de especies**

De acuerdo con Villarreal *et al.* (2006), uno de los métodos para cuantificar la diversidad alfa, es la construcción de curvas de acumulación de especies, misma que permite estimar el número de especies esperadas, a partir de un muestreo. Muestra como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. En este sentido, cuanto mayor es la unidad de muestreo, mayor será el número de especies registradas. Al principio, se registran sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada

En este contexto, se han propuesto varias funciones diferentes para modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994).

Por lo tanto, para este estudio se obtuvo la obtuvimos la curva de acumulación por el 79stadí de rarefacción (rarefy) del paquete vegan (Oksanen, J. 2018 y 2019) para software Rstudio Versión 1.3.959. Debido a que algunos índices basados en la riqueza como el de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar estos efectos, pero este ajuste ha mostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas. Específicamente la rarefacción es el proceso de generación de la relación entre el número de especies vs el número de individuos en una o más muestras (Stevens 2009).

Esta corrección por el número de individuos nos permite la comparación directa de la riqueza de dos muestras que inicialmente tenían diferente tamaño. Hurlbert (1971) propone la rarefacción como:

$$Sn=S\sigma i=1(1-qi)$$

Donde; qi=((n−xi)/n)(N/n)que representa las probabilidades de que las especies *i* no ocurra en una muestra de tamaño *n*, xi es el conteo de *i* especies y (N/n) es el coeficiente binomial o el número de formas en las que puede elegir n de N.

En otras palabras, la rarefacción permite hacer una interpolación de los datos, obteniendo una riqueza esperada en un tamaño de muestra menor al tamaño que hemos logrado, de esta forma este proceso nos da no solamente la riqueza sino un error estándar. Si la muestra es un vector, la rarefacción se calculará para cada tamaño de la muestra por separado.

**Diversidad de especies**

A partir de los datos obtenidos en campo se generó una base de datos. En esta base de datos se obtuvo la riqueza de especies en términos absolutos y en términos relativos. La diversidad y dominancia de especies se estimó mediante los índices de Shannon-Wiener, Simpson e índice de valor de importancia, con el paquete BiodiversityR (Kindt, 2009) para software Rstudio Versión 1.3.959.

Luego de identificar las especies en cada tipo de vegetación, fueron calculados los índices de diversidad más comúnmente utilizados en ecología: Shannon-Wiener (H) y Simpson (D), así como Hill (1973) señala los correspondientes índices de equitatividad (J y E). La diversidad como valor único combina los parámetros de riqueza específica y equitatividad, factores fundamentales que definen la diversidad de una comunidad.

El índice de Shannon-Wiener considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia (Magurran, 1988). La mayor limitante es que no contempla la distribución de las especies en el espacio.

El índice de Shannon-Wiener (H) procede de la teoría de la información y mide la diversidad como:

$$H = -\Sigma pi.\ln (pi)\ pi = ni / N$$

Donde ni es el número de individuos de la especie i y N es la abundancia total de las especies. El valor de H se encuentra acotado entre 0 y ln(s), tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica en comunidades de máxima equitatividad. La riqueza específica se midió como el número de especies presentes en una comunidad y la equitatividad como la abundancia de la especie dominante (Magurran, 1988), según la fórmula:

$$equitatividad\ (J) = H/Hmáx = H/\ln s.$$

La equitatividad se acerca a cero cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares.

El índice de Simpson varía inversamente con la heterogeneidad; por ejemplo, los valores del índice decrecen o aumentan según aumente o decrezca la diversidad. Es en realidad un índice de dominancia, sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total.

El índice de Simpson (D) mide la diversidad como $D = \Sigma 1/(pi2)$.

El valor de D se encuentra acotado entre 0 y s, tiende a cero en comunidades poco diversas, y es igual a la riqueza específica (s) en comunidades de máxima equitatividad ($E = \Sigma 1/(s * pi2)$.

**Estimadores de riqueza**

La comparación de la riqueza debería realizársela sólo a partir de inventarios completos (que han llegado a la asíntota de la curva de acumulación de especies), lo que generalmente es muy difícil de lograr con unos recursos limitados (ej. Longino et al 2002 muestra que después de 30 años de muestreo de hormigas en la estación “La Selva” en Costa Rica, no se ha logrado alcanzar la asíntota). Una buena opción para determinar la riqueza de una comunidad consiste en estimar el número de especies a partir de un muestreo previo. Muchos métodos de estimas de la riqueza han sido propuestos, pero las aproximaciones más utilizadas en

ecología son mediante métodos paramétricos y no paramétricos (Colwell & Coddington, 1994). Los métodos paramétricos estiman el número de especies ajustando las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (series logarítmica, log-normal, o Poisson log-normal). En el caso de las aproximaciones no paramétricas se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo (González-Oreja et al. 2010).

Para el presente estudio, los estimadores se obtuvieron con los procedimientos estimateR y specpool del paquete vegan para software Rstudio Versión 1.3.959, a través, de la matriz de abundancias.

**Estructura de la vegetación**

Para poder conocer la estructura y diversidad que presentó el predio se siguió la metodología descrita en la parte de flora y vegetación, esto con relación a la toma de datos, añadiendo la toma de los siguientes parámetros: densidad, frecuencia y dominancia. Con la finalidad de realizar un análisis que permita formar una imagen del área y su vegetación para poder compararla.

La estructura se evaluó a través del índice de valor de importancia, el cual expresa la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias.

El valor de importancia de cada especie en el estrato arbóreo 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.

**Para los cálculos del índice de valor de importancia se utilizó el paquete Tidyverse mediante el programa estadístico R.**

**I.V.I.= Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia**

Dónde:
**I.V.I.**=Índice de Valor de Importancia
**Densidad**= Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen
**Densidad relativa**= Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área x 100
**Dominancia**= Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie
**Dominancia relativa**= Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies x 100
**Frecuencia**= Es la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación con la cantidad total de unidades muestrales.
**Frecuencia relativa**= Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies x 100.
Para cuantificar la diversidad de especies se utilizaron índices de diversidad, para el presente estudio se utilizó el índice de diversidad de Shannon y el índice de Simpson. Dichos índices toman en consideración tanto la riqueza como la equitatividad de especies. Los índices se calcularon de la siguiente manera:

## C. Resultados

i. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

De acuerdo con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación (USV), serie VII, escala 1:250 000 del INEGI (2017-2021), el SA en que se ubica el proyecto presenta lo siguientes USV:

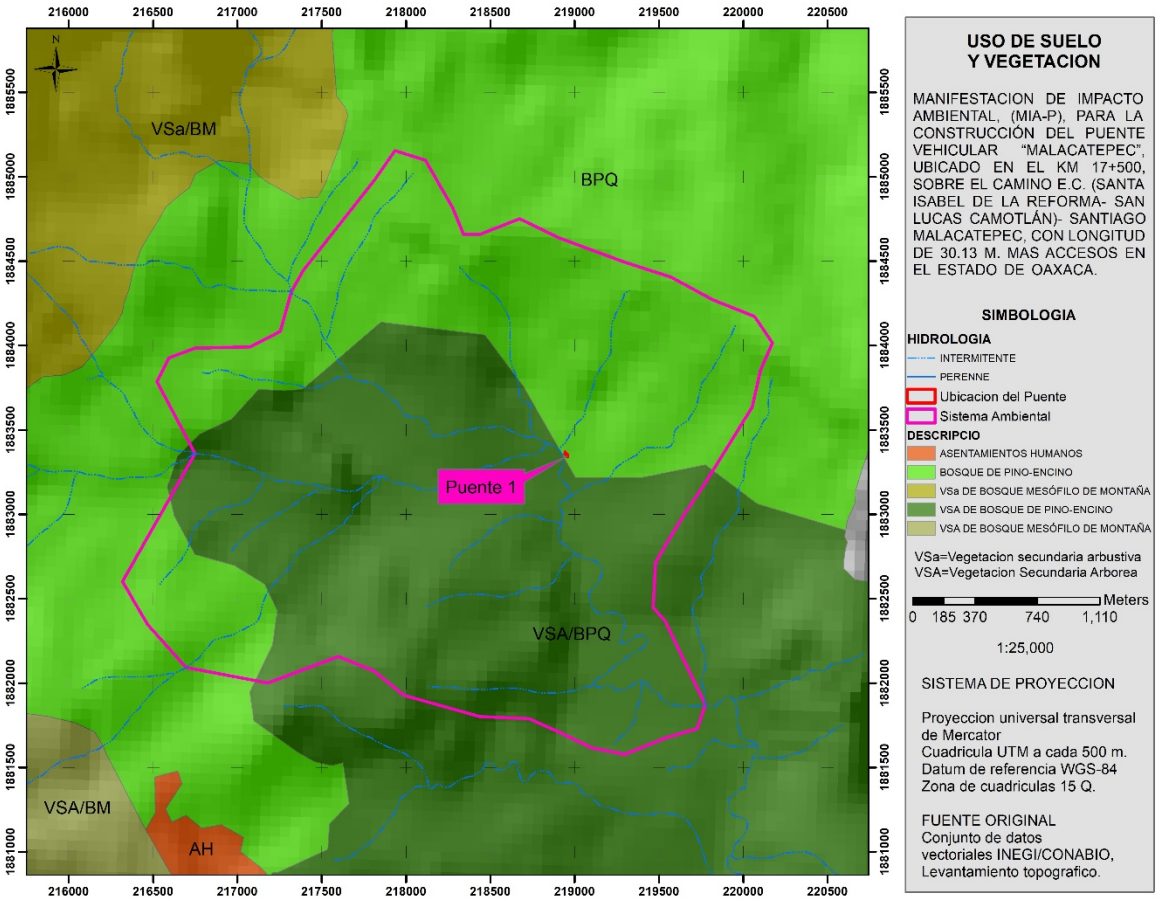



**Imagen 54.-Usos de suelo y vegetación en el SA-proyecto.**

A continuación, se presenta el desglose de la superficie que abarca cada tipo de uso de suelo y vegetación presente en el SA:

**Tabla 15.- Superficies de usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental**

| CLAVE | USO DE SUELO Y VEGETACION | Sup (has) | % |
|---|---|---|---|
| BPQ | BOSQUE DE PINO-ENCINO | 405.199 | 44.7 |
| VSA/BPQ | VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO | 501.219 | 55.3 |
| | | **906.418** | **100.0** |

De acuerdo con la tabla anterior el sistema ambiental presenta vegetación de bosque de pino-encino la cual representa el 44.7 %, así como, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino la cual representa el 55.3%.

- *Descripción de la vegetación y del uso del suelo de acuerdo con el INEGI*

  - **Desarrollo de la vegetación**

Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera los siguientes:

- Vegetación primaria: es aquella en la que la vegetación no presenta alteración.
- Vegetación secundaria: cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

  - **Fase de la vegetación secundaria**

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo con la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y delimitación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad para definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística, ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; con base en las formas de vida presentes y su altura, se consideran tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación secundaria arbórea

  - **Bosque de pino- encino**

Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500mm anuales. Se concentran entre los 1

200 y los 3 200m, y se presentan en todas las exposiciones. Se establecen en sustrato ígneo y en menor proporción, sedimentario y metamórfico, sobre suelos tanto someros como profundos y rocosos principalmente cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.

Alcanzan alturas de 8 a 35m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (Pinus spp.) y encino (Quercus spp.), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (Pinus leiophylla), pino (P. hartwegii), ocote blanco (P. montezumae), pino lacio (P. pseudostrobus), pino escobetón (P. devoniana), pino chino (P. teocote), ocote trompillo (P. oocarpa), pino ayacahuite (P. ayacahuite), pino (P. pringlei), P. durangensis, P. leiophylla var. *chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides,* y *Q. scytophylla,* entre otras muchas especies de encinos.

**ii. <u>Uso de suelo y vegetación observado en campo</u>**

De acuerdo con los recorridos realizados para el área del proyecto no se realizaron muestreos, dado que solo existen aledaños a este, sistemas manejados por el hombre y constituyen los usos de suelo a partir de la modificación de la cobertura vegetal, en este caso es uso de suelo de tipo agrícola, de acuerdo con el INEGI, 2017, por el tiempo de ocupación de los cultivos en los terrenos, la actividad agrícola desarrollada puede ser: permanente y nómada.

De lo anterior en el área del proyecto se tiene uso de suelo agrícola nómada, la ocupación del terreno dura de uno a tres años y posteriormente se deja de utilizar. Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información para el INEGI y en cierta forma virtual dado el pequeño tamaño de las parcelas y que forman un mosaico complejo con la vegetación aledaña.

Para el caso de la vegetación encontrada en el Sistema Ambiental, se determinó siguiendo la clasificación propuesta por de Rzedowski (1978), determinado así que la vegetación existente es vegetación secundaria derivada del bosque de pino-encino la cual se presenta en fase arbustiva en conjunto con uso de suelo de tipo agrícola.

La descripción de la vegetación para el AP y el SA se realiza con base en dos factores principales: la flora, las especies que la componen y la fisonomía, es decir, la forma o fenotipo de la vegetación

- *Área del proyecto*

  - Descripción de la vegetación

El área del proyecto se ubica en una elevación que oscila de los 396-712 msnm, la vegetación se desarrolla sobre sobre suelo tipo acrisol húmico, regosol districo y litosol de textura media y clima semicálido húmedo. En el área del proyecto solo existen aledaños a este, sistemas manejados por el hombre y constituyen los usos de suelo a partir de la modificación de la cobertura vegetal, en este caso es uso de suelo de tipo agrícola nómada, esto de acuerdo con la ocupación del terreno. Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información para el INEGI y en cierta forma virtual dado el pequeño tamaño de las

parcelas y que forman un mosaico complejo con la vegetación aledaña. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.



**Imagen 55.- Vista actual de las condiciones en la zona del proyecto.**



**Imagen 56.- Vista actual de las condiciones en el AP con respecto a la estructura existente.**



**Imagen 57.- Vista desde otra posición sobre la estructura existente.**



**Imagen 58.- Lado izquierdo de la estructura existente sin vegetación a afectar.**



**Imagen 59.- Lado derecho de la estructura existente en donde se visualiza un arbusto de platanar, así como, vegetación arvense y ruderal.**



**Imagen 60.- Condiciones circundantes al área del proyecto.**



**Imagen 61.- Condiciones circundantes en el área del proyecto con respecto a la estructura existente.**



**Imagen 62.- Estado actual en el AP cobertura vegetal secundaria de arvenses.**



**Imagen 63.- Zonas de accesos al puente la cobertura existente es invadido en un 100 % por *Pteridium arachnoideum*.**



**Imagen 64.- Vista del camino y las condiciones de la vegetación que se unen con el puente.**



**Imagen 65.- Vista de la parte baja en el AP.**



**Imagen 66.- Vista de accesos al puentee conformado por cobertura arvense y ruderal.**



**Imagen 67.- Zonas agrícolas.**



**Imagen 68.- Zonas agrícolas circundantes.**

➢ Composición florística

De acuerdo con las observaciones realizadas por los recorridos se elaboró el listado del AP.

El sistema de clasificación para las Magnoliopsida o dicotiledóneas sigue principalmente la propuesta por Cronquist (1981) y para las Liliopsida o monocotiledóneas la clasificación de Dahlgren et al. (1985) y Kubitzki (1998). Todos los nombres de las plantas fueron verificados en la base de datos W3TROPICOS.

**Tabla 16.- Listado florístico del AP.**

| sp | FAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | DISTRIBUCIÓN | NOM.059.SEMARTNAT.2010 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | LEGUMINOSAE | *Piscidia piscipula* | barbasco | nativa | sin estatus |
| 2 | ASTERAECAE | *Acmella oppositifolia* | - | nativa | sin estatus |
| 3 | ASTERAECAE | *Montanoa leucantha* | - | nativa | sin estatus |
| 4 | DENNSTAEDTIACEAE | *Pteridium arachnoideum* | helecho | nativa | sin estatus |

En cuanto a las especies en algún régimen de protección legal se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y no se encontró alguna especie dentro de algún estatus legal.

- *Sistema Ambiental*

➢ Descripción de la vegetación

En el sistema ambiental se registran suelos de tipo Acrisol húmico, Regosol districo y Litosol, así mismo, presenta clima tipo semicálido húmedo en la parte norte y cálido húmedo en la parte sur y presenta elevaciones que van de los 396-1028 msnm.



**Imagen 69.- Vista de la vegetación al interior del SA.**

El estrato arbóreo en el SA presenta una altura promedio de 10.42 m y una abundancia del 34.54 % y en donde se registraron las siguientes especies: *Pinus teocote y Quercus glaucescens.*



**Imagen 70.- Vista de la vegetación en el SA.**



**Imagen 71.- Estratos de la vegetación en el SA**



**Imagen 72.- Situación actual del arbolado en el SA.**

El estrato arbustivo presenta una altura de 33.61 cm y una abundancia del 60 %, y se registraron las especies: *Calea ternifolia, Calliandra houstoniana, Pinus teocote, Quercus glaucescens* y *Clidemia sericea*.



**Imagen 73.- Estrato arbustivo en el SA.**

Finalmente, para el caso del estrato herbáceo registra el 5.45 % de la abundancia y al tura promedio de 59.66 cm y en donde se registra las siguientes especies: *Conostegia xalapensis* y *Synammia feuillei.*



**Imagen 74.- Vista del suelo en el SA cubierto en su mayoría por pasto.**



**Imagen 75.- Vista del sotobosque en el SA.**



**Imagen 76.- Cobertura de la vegetación arbórea con respecto a los estratos inferiores.**



**Imagen 77.- La zona de copas en el SA es abierto por la pérdida de su cobertura.**

- Composición florística

Se obtuvo un total de 55 registros, distribuidos en 6 familias, 7 géneros y 7 especies, y de lo cual se desprende el siguiente listado florístico por estrato.

El sistema de clasificación para las Magnoliopsida o dicotiledóneas sigue principalmente la propuesta por Cronquist (1981) y para las Liliopsida o monocotiledóneas la clasificación de Dahlgren et al. (1985) y Kubitzki (1998). Todos los nombres de las plantas fueron verificados en la base de datos W3TROPICOS.

**Tabla 17.- Listado florístico del Sistema Ambiental.**

| ESTRATO | FAMILIA | N_CIENTIFICO | NOMBRE COMUN | DISTRIBUCIÓN | NOM.059.SEMARNAT.2010 |
|---|---|---|---|---|---|
| ARBOREO | PINACEAE | *Pinus teocote* | pino | nativa | sin estatus |
| ARBOREO | FAGACEAE | *Quercus glaucescens* | encino amarillo | endémica | sin estatus |
| ARBUSTIVO | PINACEAE | *Pinus teocote* | pino | nativa | sin estatus |
| ARBUSTIVO | LEGUMINOSAE | *Calliandra houstoniana* | cabello de angel | nativa | sin estatus |
| ARBUSTIVO | ASTERAECAE | *Calea ternifolia* | amula | nativa | sin estatus |
| ARBUSTIVO | FAGACEAE | *Quercus glaucescens* | encino amarillo | endémica | sin estatus |
| ARBUSTIVO | MELASTOMATACEAE | *Clidemia sericea* | - | nativa | sin estatus |
| HERBACEO | MELASTOMATACEAE | *Conostegia xalapensis* | capulincillo | nativa | sin estatus |
| HERBACEO | POLYPODIACEAE | *Synammia feuillei* | helecho | - | sin estatus |

En cuanto a las especies en algún régimen de protección legal se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y no se encontró alguna especie dentro de algún estatus legal.

Con respecto al valor de la abundancia relativa de las familias botánicas registradas en el SA se tiene que las más abundante fue Asteraceae con un 40 %, seguida de Pinaceae con un 36.36 %, las cuales en conjunto representan el 76.36 % del total. A continuación, se muestra la gráfica de la abundancia relativa por familia botánica registrada.

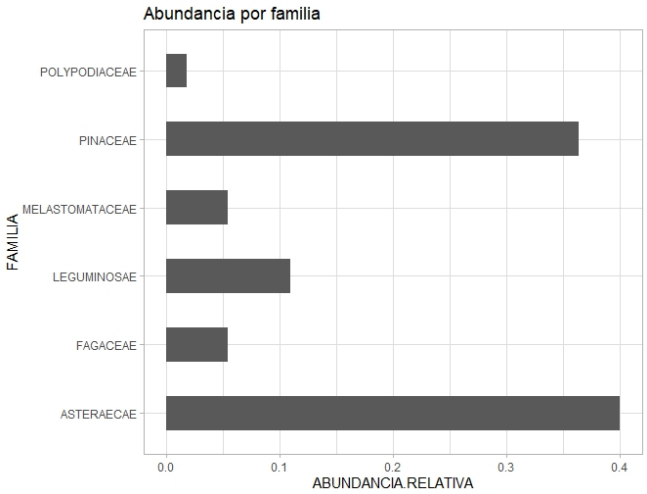



**Imagen 78.- Gráfica de abundancia de las familias botánicas**

En cuanto a los géneros botánicos y su abundancia el que registro mayor abundancia fue *Calea* con un 40 %, seguido de *Pinus* con un valor de 36.36 % tal y como se muestra en la gráfica siguiente.

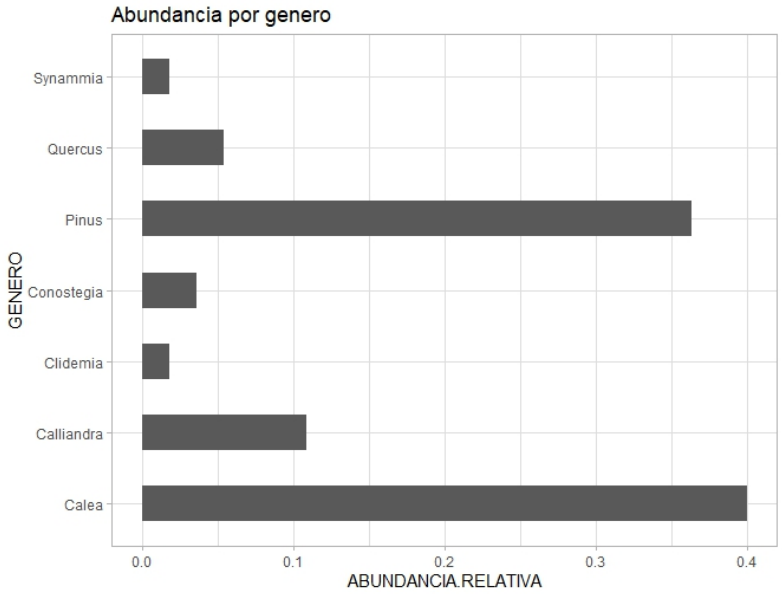



**Imagen 79.- Gráfica de la abundancia relativa de los géneros registrados en el SA.**

Finalmente, con respecto a las especies la que registra una mayor abundancia es *Calea ternifolia* con un 40 %, seguida de *Pinus teocote* (36.36 %), tal y como se muestra en la gráfica siguiente.

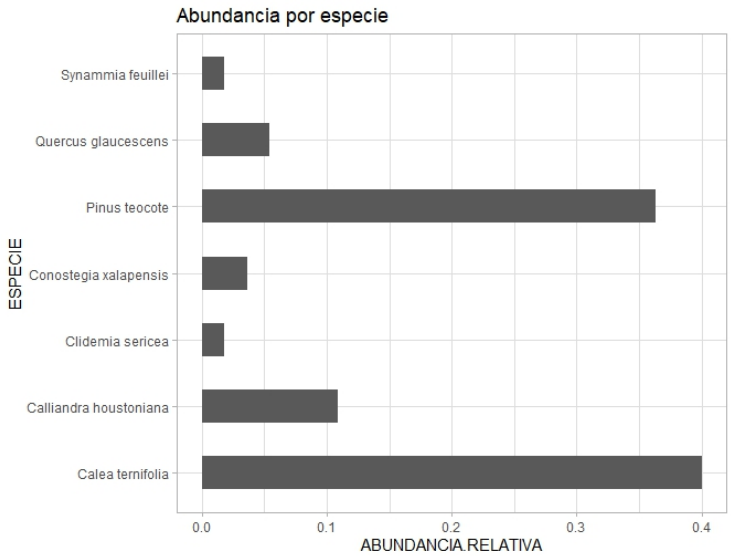



**Imagen 80.- Gráfica de las abundancias relativas por especien en el SA.**

iii. Estructura de la vegetación

La estructura se evaluó a través del índice de valor de importancia, el cual expresa la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias.

El valor de importancia de cada especie en el estrato arbóreo 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.

Los valores obtenidos para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo se muestran en tablas en donde se ordenan de acuerdo con las medidas de dominancia.

- *Sistema Ambiental*

La especie más importante para el estrato arbóreo es *Pinus teocote*, de acuerdo con la siguiente tabla del índice de valor de importancia de las especies.

**Tabla 18.- Índice de valor de importancia del estrato arbóreo**

| N_CIENTIFICO | ni | dens_rela | frec_rela | dom_rela | ivi |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Pinus teocote*** | 18 | 94.737 | 80 | 99.528 | 274.265 |
| ***Quercus glaucescens*** | 1 | 5.263 | 20 | 0.472 | 25.735 |

Para el estrato arbustivo y de acuerdo con los valores estructurales, se muestra que la especie con el valor más alto es *Calea ternifolia.*

**Tabla 19.- índice de valor de importancia del estrato arbustivo**

| N_CIENTIFICO | ni | dens_ab | dens_rela | frec_rela | dom_rela | ivi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Calea ternifolia*** | 22 | 0.22 | 66.667 | 37.5 | 40.619 | 144.786 |
| ***Calliandra houstoniana*** | 6 | 0.06 | 18.182 | 25 | 25.283 | 68.465 |
| ***Pinus teocote*** | 2 | 0.02 | 6.061 | 12.5 | 21.918 | 40.479 |
| ***Quercus glaucescens*** | 2 | 0.02 | 6.061 | 12.5 | 9.723 | 28.283 |
| ***Clidemia sericea*** | 1 | 0.01 | 3.030 | 12.5 | 2.457 | 17.987 |

A nivel herbáceo la especie más importante es *Conostegia xalapensis*.

**Tabla 20.- índice de valor de importancia estrato herbáceo**

| N_CIENTIFICO | ni | dens_rela | frec_rela | dom_rela | ivi |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Conostegia xalapensis*** | 2 | 66.667 | 50 | 52.715 | 169.382 |
| ***Synammia feuillei*** | 1 | 33.333 | 50 | 47.285 | 130.618 |

iv. Curva de acumulación de especies

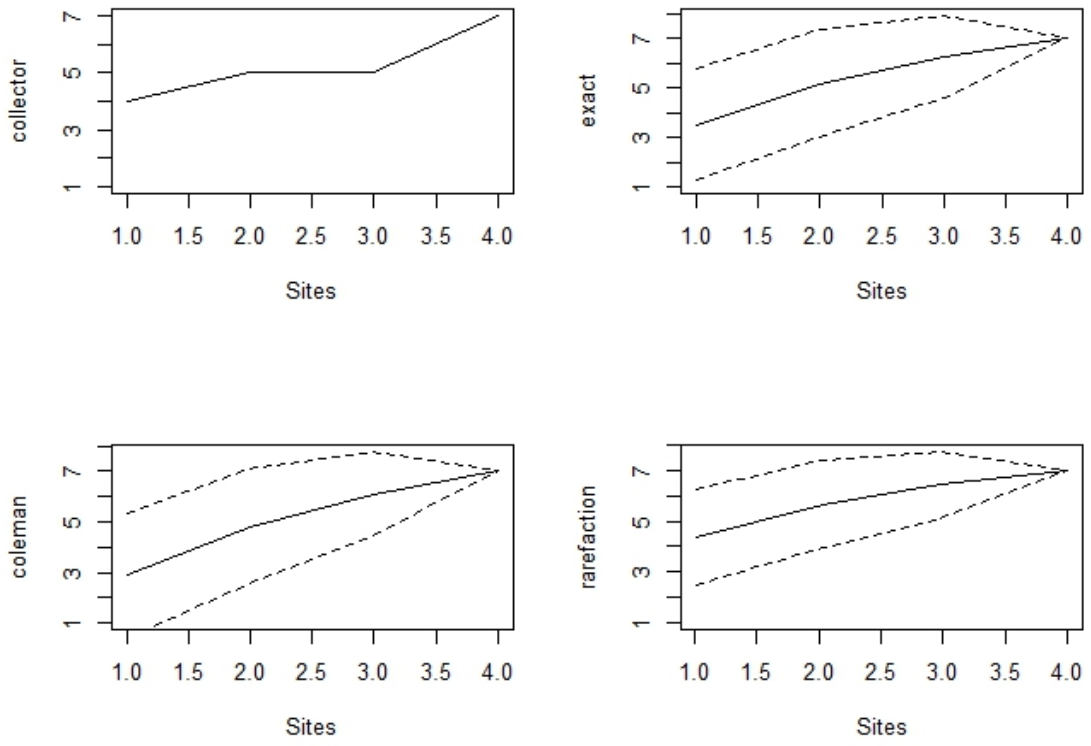
Lo que se observa al muestrear un sitio es que entre más tiempo utilicemos, más especies se irán registrando, sin embargo, el ritmo en que se van añadiendo otras diferentes al inventario es cada vez más lento, por lo que al graficar el número de las registradas con el esfuerzo de muestreo se dibuja una curva de acumulación de especies o de colector.

Estas curvas están afectadas por el grado de agregación de las especies, el número de las que son raras en los ensambles y el orden en que se agregan las muestras (Magurran, 2004; Kanno y Vokun, 2009). Las especies pueden estar agregadas debido a su comportamiento o porque sus requerimientos específicos están distribuidos de manera heterogénea. También, influyen aspectos aleatorios en el muestreo, de tal manera que, si el orden en que se fueron añadiendo los muestreos fuera diferente, también lo sería la forma de la curva. Por esto último es recomendable usar datos aleatorizados para eliminar el efecto del muestreo y "suavizar la curva".

Por lo tanto, para este estudio se obtuvo la curva de acumulación por el método d rarefacción (rarefy) del paquete vegan (Oksanen, J. 2018 y 2019) para software Rstudio versión 1.3.959. Debido a que algunos índices basados en la riqueza como la de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar esos efectos, pero este ajuste ha demostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas.

Para los datos de campo o para los aleatorizados se pude medir su ajuste a diferentes modelos paramétricos y un factor de corrección para estimadores no paramétricos (Chao1, Chao2, Jack1 y Jack2, ACE, ICE y Boostrap) que mejora su rendimiento en condiciones de submuestreo (Serrano López et al., 2010). El factor de corrección es capaz de reducir el sesgo producido por submuestreo, mientras que a mayor esfuerzo de muestreo converge con los valores originales de los estimadores.

Para este estudio se obtuvieron los estimadores con los procedimientos estimate R y specpool del paquete vegan para software Rstudio versión 1.3.959 a través de la matriz de abundancias, a continuación, se muestra la acumulación de especies y el ajuste de estos a diferentes estimadores.




Los modelos para las curvas de acumulación de especies alcanzan una asíntota en estudios que involucran escalas espaciales pequeñas puesto que a escalas mayores se incorpora una mayor diversidad de hábitats con especies diferentes (Gotelli y Colwell, 2011). Los modelos también permiten estimar el esfuerzo de muestreo necesario para hacer crecer nuestro inventario. Generalmente se considera que un inventario esta razonablemente completo cuando el porcentaje de las especies observadas es mayor que 80 % de la riqueza total estimada. A este porcentaje se le llama eficiencia de muestreo o grado de completitud del muestreo.

Finalmente, de acuerdo con los estimadores numéricos a los que se ajusta la curva, tenemos la siguiente tabla:

| Species | chao | chao.se | jack1 | jack1.se | jack2 | boot | boot.se |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 36.75 | 15.155 | 25.5 | 8.047 | 25.5 | 21.75 | 4.493 |

***se= error estándar**

En la tabla anterior se indican parámetros de los modelos y la asíntota de la curva o número total de especies, que es la riqueza de especies estimada, a partir de la cual se calcula la eficiencia de muestreo de la siguiente manera (Pineda y Verdú, 2013):

$$Eficienciademuestreo(\%) = \frac{especiesobservadas * 100}{riquezaestimada}$$

De la formula anterior se tiene la completitud del muestreo con respecto a cada uno de los estimadores utilizados:

| **Completitud del muestreo** | chao | jack1 | jack2 | boot |
|---|---|---|---|---|
| | 80.57 | 75.67 | 69.42 | 86.65 |

De acuerdo con los resultados de completitud del muestreo, tenemos que este oscila entre el 69.42 y 86.65 %, por lo tanto, se considera que el inventario esta razonablemente completo, ya que, de acuerdo con Pineda y Verdú, 2013, consideran obtener un porcentaje del 80 % de la riqueza total estimada.

### IV.2.2.2.- Fauna

Para la fauna se muestreó el Sistema Ambiental Regional del proyecto y para tener un mayor conocimiento previo sobre las posibles especies de fauna presentes en la zona, se llevaron a cabo entrevistas con algunas personas de la comunidad, así como recorridos en campo.

Los muestreos se llevaron a cabo durante tres días, donde se cubrieron las zonas con vegetación tanto en el AP como en SA y en donde se establecieron cuatro puntos de observación y cuatro transectos distribuidos aleatoriamente, cada transecto con una longitud de 1 km, cubriendo un área muestral de 4 km. A continuación, se presentan los cuadros de los transectos y puntos de observación debidamente georreferenciados.

**Tabla 21. Coordenadas UTM de los transectos de muestreo faunístico.**

| | | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|---|
| Sitio | clave | E | N |
| AP | P1 | 218937.99 | 1883354.58 |
| AP | P2 | 218931.817 | 1883349.23 |
| AP | P3 | 218955.135 | 1883334.36 |
| AP | P4 | 218948.631 | 1883327.19 |
| SA | T1 | 218704.366 | 1884302.69 |
| SA | T1 | 218635.867 | 1884212.6 |
| SA | T1 | 218625.894 | 1884148.53 |
| SA | T1 | 218641.869 | 1884046.31 |
| SA | T1 | 218637.314 | 1883963.95 |
| SA | T1 | 218679.286 | 1883856.38 |
| SA | T1 | 218686.472 | 1883751.41 |
| SA | T1 | 218686.919 | 1883649.76 |
| SA | T1 | 218620.147 | 1883528.8 |
| SA | T1 | 218620.636 | 1883430.2 |
| SA | T1 | 218668.031 | 1883364.4 |
| SA | T2 | 217483.183 | 1884134.34 |
| SA | T2 | 217542.253 | 1883999.65 |
| SA | T2 | 217613.186 | 1883868.68 |
| SA | T2 | 217762.961 | 1883742.98 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SA | T2 | 217924.379 | 1883728.3 |
| SA | T2 | 217980.252 | 1883618.12 |
| SA | T2 | 218080.612 | 1883504.86 |
| SA | T2 | 218152.419 | 1883477.92 |
| SA | T3 | 217042.893 | 1882325.19 |
| SA | T3 | 217109.901 | 1882412.79 |
| SA | T3 | 217123.901 | 1882482.23 |
| SA | T3 | 217192.628 | 1882556.75 |
| SA | T3 | 217305.301 | 1882621.35 |
| SA | T3 | 217363.592 | 1882688.02 |
| SA | T3 | 217427.712 | 1882766.1 |
| SA | T3 | 217546.606 | 1882791.51 |
| SA | T3 | 217602.295 | 1882875.36 |
| SA | T3 | 217664.283 | 1882915.88 |
| SA | T3 | 217705.37 | 1883014.51 |
| SA | T4 | 218919.548 | 1882834.71 |
| SA | T4 | 218943.486 | 1882741.24 |
| SA | T4 | 218868.971 | 1882628.11 |
| SA | T4 | 218759.341 | 1882582.48 |
| SA | T4 | 218652.763 | 1882547.94 |
| SA | T4 | 218531.011 | 1882520.38 |
| SA | T4 | 218459.584 | 1882460.45 |
| SA | T4 | 218355.723 | 1882383.61 |
| SA | T4 | 218272.303 | 1882344.55 |
| SA | T4 | 218174.594 | 1882316.2 |

A continuación, se presenta el mapa de la localización de los sitios de muestreo.

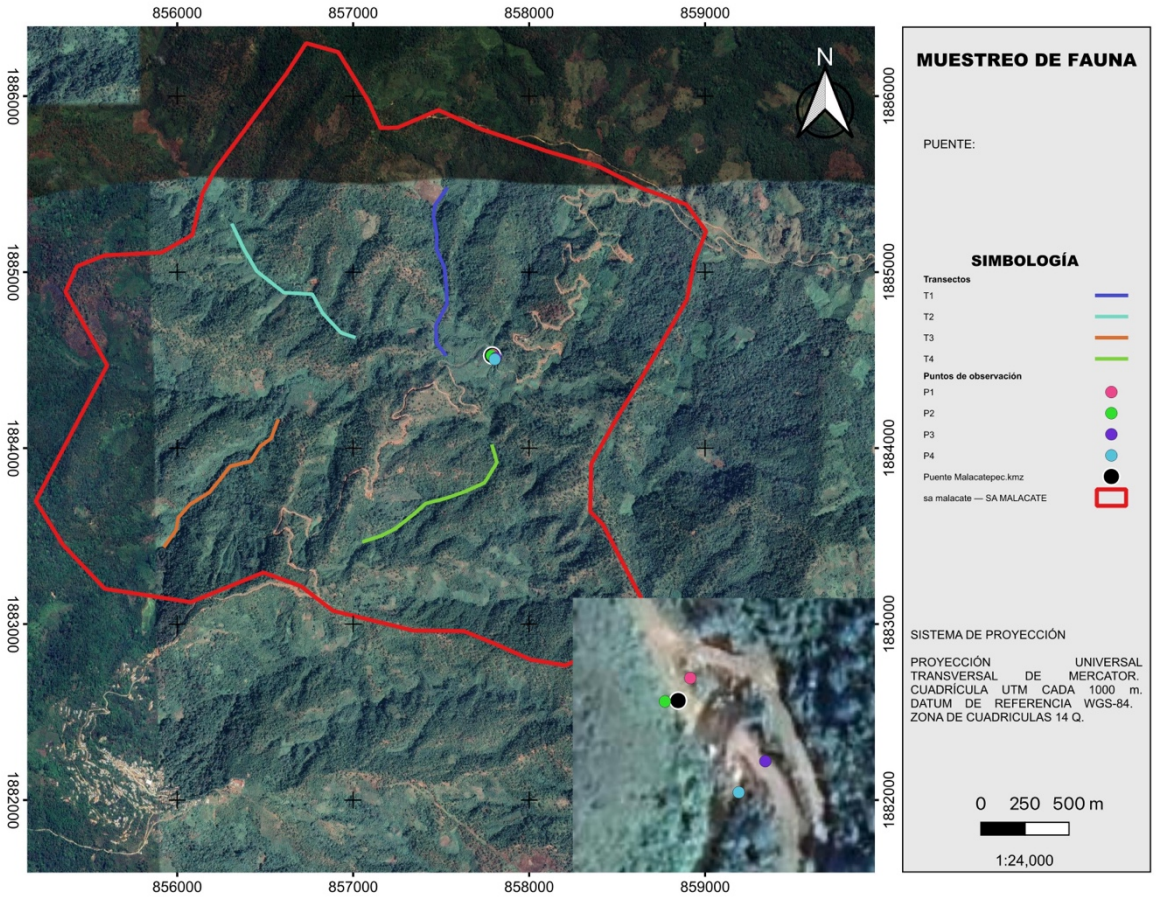



**Imagen 81.- Ubicación geográfica de los transectos de muestreo faunístico.**

**Metodología de muestreo por grupo faunístico**

Registro e identificación de especies

- Para estimar la densidad poblacional de numerosas especies de fauna se han utilizado métodos directos y métodos indirectos: en los métodos directos se realizaron observaciones directas (avistamientos), recorridos sobre transectos y capturas, respectivamente; para los registros indirectos se encontraron rastros (excretas, pelos, madrigueras, echaderos, huellas restos óseos) siguiendo la técnica propuesta por Aranda, 2012.

- Para cada registro se tomaron las coordenadas geográficas, tipo de vegetación, número de registro y nombre científico, estos datos fueron anotados en la libreta de campo. También se llevó a cabo el registro fotográfico de las especies avistadas y de los rastros encontrados, en los cuales se utilizó una navaja para referenciar el tamaño.

- Los datos obtenidos de los monitoreos fueron anotados en una bitácora de campo (memoria de cálculo de Excel) que contiene el registro de las especies observadas, el número de individuos observados por especie, las áreas y el tipo de vegetación donde se registraron, además de otros datos informativos.

Para el monitoreo de aves, anfibios y reptiles se utilizaron métodos directos a través del conteo de los animales observados sobre los transectos establecidos.

### *Anfibios y reptiles*

La mayora de anfibios muestra mayor actividad después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resultan pocos productivas. La mayoría de los anfibios necesitan ambientes húmedos, así que por lo general se encontraran cercanos a cuerpos de agua, donde pueden ser observados y capturados.

En el caso de los reptiles son difíciles de observar, generalmente a las especies de talla pequeña. El avistamiento de los reptiles varía dependiendo de la temperatura del ambiente, ya que estos dependen de su temperatura corporal.

Para la captura de anfibios se realizaron caminatas diurnas y algunas nocturnas, la colecta de ranas y sapos son muy productivas en época de reproducción durante la temporada de lluvia. Para salamandras y ranas pequeñas fue factible levantar trocos podridos, rocas o removiendo hojarasca acumulada en el suelo.

En el caso de los reptiles se hicieron recorridos lineales para observar individuos y así cuantificar las especies más conspicuas en el área (Heyer *et al*, 2001). Muchas especies de reptiles pueden atraparse manualmente al buscarlas en su ambiente, para ello se usaron guantes de cuero y un bastón herpetológico en especial para serpientes venenosas (Casas y McCoy 1979).

### *Aves*

Diferentes personas varían enormemente en su habilidad y experiencia para la correcta identificación de aves, tanto visual como auditivamente, por lo tanto, es esencial que los observadores se encuentren familiarizados con las aves en su área de estudio incluyendo cantos y llamados (Bibby *et al*. 1992, Ralph *et al*. 1996, Alldredge *et al*. 2007a).

Para el muestreo de aves se realizaron transectos a través de uno o varios hábitats, y la caminata se realizó en un tiempo constante, por lo general fue a una velocidad de 1Km/h. El censo de las aves se realizó por la mañana y tarde, ya que es cuando se encuentran más activas (Bibby *et al*. 1992, Wunderle 1994).

Para el avistamiento a distancia se ocuparon binoculares, para la identificación taxonómica se recurrió a las guías especializadas de Howell y Webb, 1995, Peterson y Chalif, 1998; mientras que el registro se llevó a cabo mediante una cámara fotográfica.

### *Mamíferos*

Los métodos para la captura de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas y redes. Si el ejemplar es capturado vivo o muerto depende de la naturaleza del estudio, aunque en la actualidad muchos mamíferos son capturados vivos.

Para este grupo el registro de las especies se hizo mediante rastros, siendo los principales excretas y huellas. Para la identificación de excretas, se observaron las características de dicho rastro para comparar e identificar mediante guías de campo, mientras que para la identificación de huellas se tomaron en cuenta varios aspectos, como la nitidez de la huella, el tamaño, la forma, número de dedos, garras, además de la disposición de las pisadas. Tanto para excretas y huellas se usó la guía especializada de Aranda, 2012.

## Manejo de datos

Con los datos obtenidos en campo se construyó una base de datos en excel con los siguientes valores: clase, orden, familia, nombre científico, nombre común, distribución, endemismo, categoría de riesgos en México con Norma Oficial Mexicana (NOM-059), y numero de registros. Estos valores sirven para estimación de la riqueza de especies y sus respectivas abundancias que son una manera de expresar la diversidad biológica de una zona (Moreno, 2001). Además de las categorías internacionales de IUCN 2020, CITES 2019, PRIORITARIAS DOF 2014 y Evaluación CONABIO, como complementarias.

Los datos fueron introducidos en el paquete estadístico R y manejados con el paquete "dplyr", con la que se obtuvieron todos los cuadros.

### *Riqueza*

La riqueza es definida como el número de especies que habitan en una comunidad espacial y temporalmente homogénea. Posiblemente es la forma más directa y clara de medir la diversidad biológica (Sarkar, 2002; Magurran, 2004). Sin embargo, medir la riqueza de forma precisa no es una tarea sencilla (Magurran, 2004). De tal forma necesitamos asegurar que nuestra muestra es representativa de la comunidad.

Cuando muestreamos una comunidad el número de especies observadas aumenta con el esfuerzo de muestreo, aunque la riqueza de la comunidad no cambie. Por ello, una comparación de la riqueza es posible sólo a partir de inventarios completos, lo que generalmente es poco práctico o muy difícil de lograr (González-Oreja et al. 2010).

### *Índices de diversidad*

La diversidad es un término complejo definir, por sus problemas semánticos, conceptuales y técnicos a que está sujeto (Hill, 1973; Ludwing y Reynolds, 1988). Segun PETT (1974), la diversidad, siempre ha sido definida por los índices utilizados para medirla y no ha adquirido la uniformidad requerida para el estableciemiento claro de idea e hipótesis, es decir, que los índices de diversidad son parecidos a los modelos estadísticos que modelan la realidad, pero de una forma u otra son muy convenientes de acuerdo al investigador, pues son ajustados para dar "lo que deberia dar"; a pesar de todas la advertencias y custionamientos, los índices de diversidad siguen siendo muy populares entre los ecólogos (Ludwing y Reynolds, 1988).

El índice de margalef mide la diversidad específica:

$$D = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Con la función **diversity** del programa estadistico de R, calculamos los índices más comunes de diversidad según Oksanen (2018), los cuales, son los siguientes:

Shannon–Weaver

$$H' = -\sum_{t=1}^{S} (pi)\,(ln\, p_i)$$

Simpson

$$D = 1 - \sum_{t=1}^{S} p^2 i$$

donde pi es la proporción de las especies i, *S* es el número de especies, y *b* la base del logaritmo (usualmente se usa *ln*, y en este caso se usa H').

La función para igualdad (J, "evenness"), también conocido con índice de Pielou como:

$$J = \frac{H'}{logS}$$

La estimación de la riqueza funciona de la siguiente manera: collector: agrega sitios en el orden en que estos ocurren en los datos. exact: encuentra la riqueza media esperada. coleman: encuentra la riqueza esperada siguiendo la función de Coleman rarefaction: encuentra la media aaacumulada de individuos en lugar de sitios. random: estima la riqueza agregando sitios en orden aleatorio (Oksanen, 2018; Oksanen, 2019).

### *Rarefacción*

La riqueza es una de las medidas más simples e intuitivas que describen una comunidad, sin embargo, uno de los problemas del uso de esta medida es su dependencia del tamaño muestreal (Magurran 2004), esto implica que la riqueza (y las otras medidas de diversidad) puede verse influida por variaciones en el esfuerzo muestreal. Aunque el diseño experimental está pensado para estandarizar el esfuerzo muestreal, los tamaños finales muestreales difícilmente son iguales.

"Un esfuerzo de muestreo desigual puede tener impactos en las medidas de riqueza de especies"
(Magurran 2004)

Esto representa un inconveniente, ya que muestreos en principio del mismo tamaño, podrían capturar números significativamente diferentes de individuos. De esta manera, necesitamos separar dos conceptos distintos, la densidad de especies de la riqueza de especies.

Algunos índices basados en la riqueza como el de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar estos efectos, pero este ajuste ha mostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas.

Específicamente la rarefacción es el proceso de generación de la relación entre el número de especies vs el número de individuos en una o más muestras (Stevens 2009). Esta corrección por el número de individuos nos permite la comparación directa de la riqueza de dos muestras que inicialmente tenían diferente tamaño.

Para poder abordar estos temas utilizaremos la función rarefy del paquete *vegan*. La función rarefy arroja como resultado la riqueza de especies esperada en un determinado tamaño de muestra.

La rarefacción puede realizarse solamente con auténticos datos de conteos. La función *rarefy*se basa en la formulación de Hurlbert (1971), y los errores estándar sobre Heck et al. (1975).

Hurlbert (1971) propone la rarefacción como:

$$S_n = \sum_{i=1}^{S} (1 - q_i)$$

Donde; $q_i = (\frac{n-z_i}{n}) / (N/n)$ que representa las probabilidades de que las especies $i$ no ocurra en una muestra de tamaño $n$, $x_i$ es el conteo de $i$ especies y $(N/n)$ es el coeficiente binomial o el número de formas en las que puede elegir $n$ de $N$

En otras palabras la rarefacción permite hacer una interpolación de los datos, obteniendo una riqueza esperada en un tamaño de muestra menor al tamaño que hemos logrado, de esta forma este proceso nos da no solamente la riqueza sino un error estándar. Si la muestra es un vector, la rarefacción se calculará para cada tamaño de la muestra por separado.

En conclusión, el método de rarefacción, además de servir para construir las curvas especies-individuos, permite estandarizar las comparaciones de las curvas de especie-individuos, y estimar la riqueza de especies, ajustando las muestras al valor mínimo de individuos encontrados en una muestra.

### *Estimadores de Riqueza*

Como vemos el efecto que tiene el esfuerzo de muestreo sobre la riqueza hace que medirla de forma exacta y precisa sea un tanto complejo. La comparación de la riqueza debería realizársela sólo a partir de inventarios completos (que han llegado a la asíntota de la curva de acumulación de especies), lo que generalmente es muy difícil de lograr con unos recursos limitados (ej. Longino et al 2002 muestra que después de 30 años de muestreo de hormigas en la estación La Selva en Costa Rica, no se ha logrado alcanzar la asíntota). Una buena opción para determinar la riqueza de una comunidad consiste en estimar el número de especies a partir de un muestreo previo.

Muchos métodos de estimas de la riqueza han sido propuestos, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son mediante métodos paramétricos y no paramétricos (Colwell & Coddington, 1994). Los métodos paramétricos estiman el número de especies ajustando las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (series logarítmica, log-normal, o Poisson log-normal). En el caso de las aproximaciones no paramétricas se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo (González-Oreja et al. 2010).

Para estimar el número total de especies (riqueza asintótica) utilizaremos estimadores no-paramétricos.

Resultados
Composición

Se obtuvieron un total de 70 registros, de los cuales, 15 pertenecen al Área del Proyecto (AP) y 55 al Sistema Ambiental. Se registraron un total de cuatro clases: aves (58 registros), reptiles (seis registros), mamíferos (cinco registros) y Amphibia (un registro). El listado de especies se muestra en la siguiente tabla de composición.

**Tabla 22. Listado de especies registradas en el área del proyecto (AP).**

| | Clase | Orden | Familia | Nombre.cientifico | Nombre.comun | ni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Aves | Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Zopilote común | 4 |
| 2 | Aves | Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | Paloma arroyera | 1 |
| 3 | Aves | Passeriformes | Icteridae | *Dives dives* | Tordo cantor | 3 |
| 4 | Aves | Passeriformes | Tityridae | *Pachyramphus aglaiae* | Cabezón Degollado | 1 |
| 5 | Aves | Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | Papamoscas negro | 4 |
| 6 | Aves | Trogloniformes | Trogonidae | *Trogon caligatus* | Coa Violácea Norteña | 2 |
| TOTAL | | | | | | 15 |

**Tabla 23.- Tabla 6. Listado de especies registradas en el sistema ambiental (SA).**

| | Clase | Orden | Familia | Nombre.cientifico | Nombre.comun | ni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Amphibia | Anura | Hylidae | *Ptychohyla zophodes* | Ranita oscura de montaѵ±a | 1 |
| 2 | Aves | Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | 1 |
| 3 | Aves | Apodiformes | Trochilidae | *Chlorestes candida* | Colibrѵ≠ cѵ°ndido | 1 |
| 4 | Aves | Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Zopilote comѵ∫n | 3 |
| 5 | Aves | Passeriformes | Cardinalidae | *Piranga leucoptera* | Piranga Alas Blancas | 5 |
| 6 | Aves | Passeriformes | Corvidae | *Calocitta formosa* | Urraca Cara Blanca | 6 |
| 7 | Aves | Passeriformes | Furnariidae | *Xiphorhynchus flavigaster* | Trepatroncos bigotudo | 1 |
| 8 | Aves | Passeriformes | Icteridae | *Dives dives* | Tordo cantor | 2 |
| 9 | Aves | Passeriformes | Icteridae | *Icterus mesomelas* | Calandria Cola Amarilla | 1 |
| 10 | Aves | Passeriformes | Parulidae | *Setophaga graciae* | Chipe Cejas Amarillas | 1 |
| 11 | Aves | Passeriformes | Tityridae | *Pachyramphus aglaiae* | Cabezѵ≥n Degollado | 3 |
| 12 | Aves | Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus zonatus* | Matraca tropical | 2 |
| 13 | Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | *Ardea alba* | Garza blanca | 2 |
| 14 | Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | *Egretta thula* | Garza dedos dorados | 1 |
| 15 | Aves | Piciformes | Picidae | *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olivo | 1 |
| 16 | Aves | Piciformes | Picidae | *Dryocopus lineatus* | Carpintero lineado | 4 |
| 17 | Aves | Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium brasilianum* | Tecolote bajeѵ±o | 1 |
| 18 | Aves | Trogloniformes | Trogonidae | *Trogon caligatus* | Coa Violѵ°cea Norteѵ±a | 8 |
| 19 | Mammalia | Dasypodidae | Dasypodidae | *Dasypus noverncinctus* | Armadillo de nueve bandas | 2 |
| 20 | Mammalia | Didelphimorphia | Dideldhidae | *Philander opossum* | Tlacuache cuatrojos gris | 1 |
| 21 | Mammalia | Rodentia | Dasyprocidae | *Dasyprocta mexicana* | Guaqueque mexicano | 2 |
| 22 | Reptilia | Squamata | Colubridae | *Mastigodryas melanolomus* | Culebra lagartijera comѵ∫n | 1 |

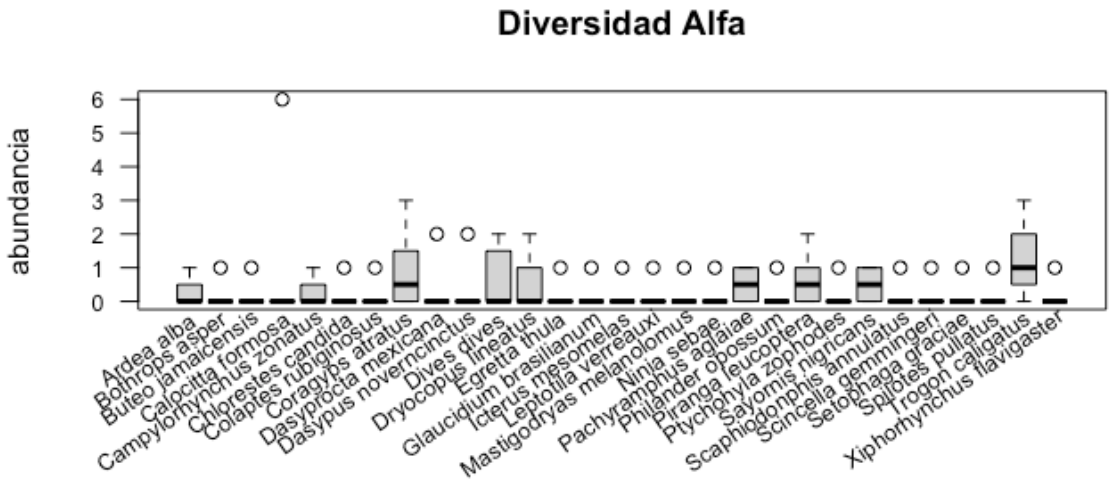
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | Reptilia | Squamata | Colubridae | *Spilotes pullatus* | Serpiente tigre | 1 |
| 24 | Reptilia | Squamata | Dipsadidae | *Ninia sebae* | Culebra de cafetal espalda roja | 1 |
| 25 | Reptilia | Squamata | Scincidae | *Scincella gemmingeri* | Eslizv≥n de la Sierra Madre Oriental | 1 |
| 26 | Reptilia | Squamata | Sibynophiidae | *Scaphiodonphis annulatus* | Coralillo falso | 1 |
| 27 | Reptilia | Squamata | Viperidae | *Bothrops asper* | Terciopelo | 1 |
| TOTAL | | | | | | 55 |

## Análisis de Biodiversidad

### *Riqueza*

Se determino la riqueza especifica de 29 especies faunísticas incluidas en 14 órdenes, 25 familias y 29 géneros faunísticos. El AP presenta seis especies, mientras el SA 27 especies (Tabla 5 y 6). El grupo mejor representado a nivel global fueron las aves con 19 especies, seguido de reptiles con seis especies y mamíferos con 3 especies, como se observa en el siguiente gráfico de diversidad Alpha:

**Gráfico 1. Diversidad Alpha de fauna.**




Abundancia relativa por clase

La clase aves fue más representativa tanto de área del proyecto como en el sistema ambiental, con valores de 1 y 0.78, respectivamente. Seguido de la clase reptiles en SA, con valor de 0.11, como se muestra en el siguiente gráfico de abundancias relativas:

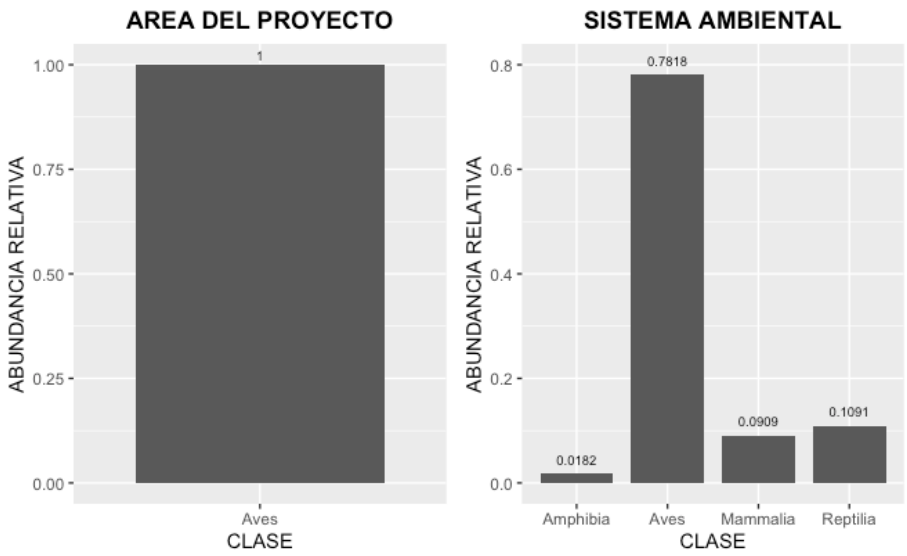



**Gráfico 2. Abundancias relativas por sitio por clase faunística.**

Abundancia relativa por especie

Las especies con la mayor abundancia relativa en el área de proyecto fueron: *Coragyps atratus*, *Sayornis nigricans con valor de* 0.27. En el sistema ambiental las especies con mayor abundancia fueron: *Trogon caligatus* (0.14), *Calocitta formosa* (0.10)*,* y *Piranga leucoptera* (0.09) (ver gráfico 3). Por lo tanto, se puede decir que las especies en este estudio que tuvieron abundancias relativas bajas son de baja representatividad y por lo tanto vulnerables a cambios de su entorno. Las de mayor representatividad presentan adaptación al entorno y de habito exótica invasora.

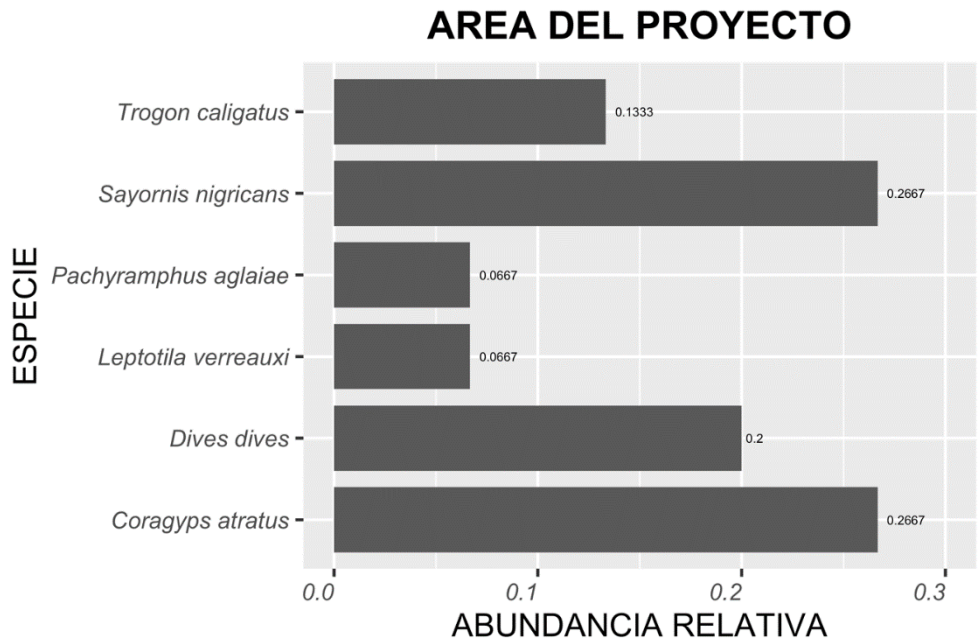



**Gráfico 3. Abundancias relativas por sitio por clase faunística.**

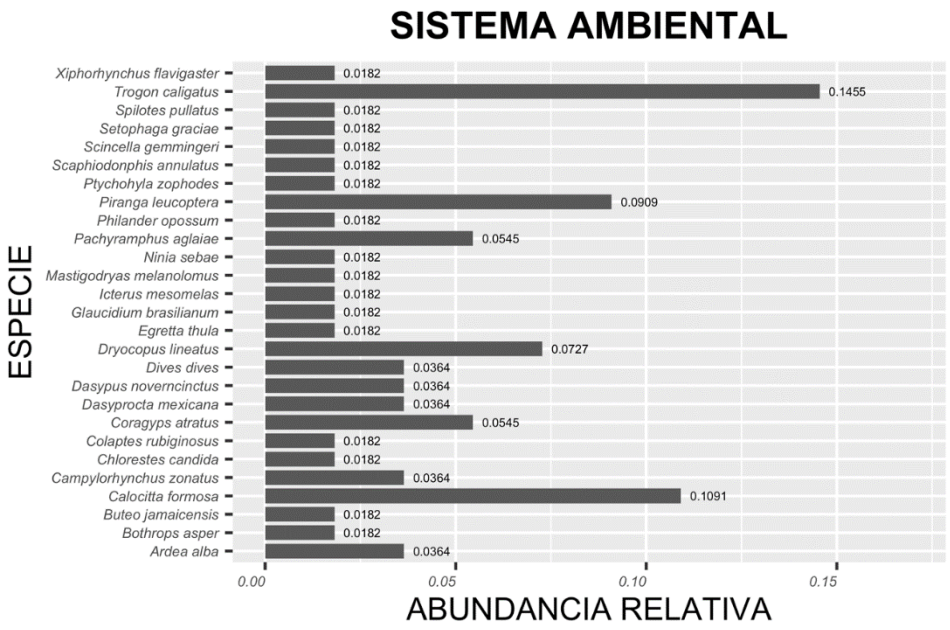



**Gráfico 4. Abundancias relativas por sitio por especie faunística.**

Diversidad específica

Los cálculos de los índices de diversidad por grupo faunístico en el área del proyecto (AP) se muestran a continuación:

**Tabla 24. Calculos del área del proyecto (AP).**

| | Clase | Nombre.cientifico | ni | pi | pi.2 | sum.pi.2 | pi.log.pi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Aves | *Coragyps atratus* | 4 | 0.26666 | 0.07111 | 0.07111 | -0.3524 |
| 2 | | *Dives dives* | 3 | 0.2 | 0.04 | 0.04 | -0.3218 |
| 3 | | *Leptotila verreauxi* | 1 | 0.06666 | 0.00444 | 0.00444 | -0.1805 |
| 4 | | *Pachyramphus aglaiae* | 1 | 0.06666 | 0.00444 | 0.00444 | -0.1805 |
| 5 | | *Sayornis nigricans* | 4 | 0.26666 | 0.07111 | 0.07111 | -0.3524 |
| 6 | | *Trogon caligatus* | 2 | 0.13333 | 0.01777 | 0.01777 | -0.2686 |

**Tabla 25. Índices por grupo faunistico del área del proyecto (AP).**

| Grupo | riqueza | abundancia | Simpson | Shannon | *H'* max | Pielou |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aves | 6 | 15 | 0.20888889 | 1.65655113 | 1.79175947 | 0.92453879 |

Se muestra que la clase predominante en el área del proyecto, probablemente por ser un grupo que se adapta rápidamente al cambio del uso del suelo y suelo mudarse a zonas cercanas en donde encuentra refugio y alimento.

Los cálculos de los índices de diversidad por grupo faunístico en el sistema ambiental (SA) se muestran a continuación:

**Tabla 26.- Cálculos del sistema ambiental (SA).**

| | Clase | Nombre.cientifico | ni | pi | pi.2 | sum.pi.2 | pi.log.pi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Amphibia | *Ptychohyla zophodes* | 1 | 0.2 | 0.04 | 0.04 | -0.3218 |
| 1 | Aves | *Ardea alba* | 2 | 0.0465 | 0.0022 | 0.0022 | -0.1427 |
| 2 | | *Buteo jamaicensis* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 3 | | *Calocitta formosa* | 6 | 0.1395 | 0.0195 | 0.0195 | -0.2748 |
| 4 | | *Campylorhynchus zonatus* | 2 | 0.0465 | 0.0022 | 0.0022 | -0.1427 |
| 5 | | *Chlorestes candida* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 6 | | *Colaptes rubiginosus* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 7 | | *Coragyps atratus* | 3 | 0.0698 | 0.0049 | 0.0049 | -0.1858 |
| 8 | | *Dives dives* | 2 | 0.0465 | 0.0022 | 0.0022 | -0.1427 |
| 9 | | *Dryocopus lineatus* | 4 | 0.0930 | 0.0087 | 0.0087 | -0.2209 |
| 10 | | *Egretta thula* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 11 | | *Glaucidium brasilianum* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 12 | | *Icterus mesomelas* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 13 | | *Pachyramphus aglaiae* | 3 | 0.0698 | 0.0049 | 0.0049 | -0.1858 |
| 14 | | *Piranga leucoptera* | 5 | 0.1163 | 0.0135 | 0.0135 | -0.2502 |
| 15 | | *Setophaga graciae* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 16 | | *Trogon caligatus* | 8 | 0.1860 | 0.0346 | 0.0346 | -0.3129 |
| 17 | | *Xiphorhynchus flavigaster* | 1 | 0.0233 | 0.0005 | 0.0005 | -0.0875 |
| 1 | Mammalia | *Dasyprocta mexicana* | 2 | 0.4 | 0.16 | 0.16 | -0.3665 |
| 2 | | *Dasypus noverncinctus* | 2 | 0.4 | 0.16 | 0.16 | -0.3665 |
| 3 | | *Philander opossum* | 1 | 0.2 | 0.04 | 0.04 | -0.3219 |
| 1 | Reptilia | *Bothrops asper* | 1 | 0.1667 | 0.0278 | 0.0278 | -0.2986 |
| 2 | | *Mastigodryas melanolomus* | 1 | 0.1667 | 0.0278 | 0.0278 | -0.2986 |
| 3 | | *Ninia sebae* | 1 | 0.1667 | 0.0278 | 0.0278 | -0.2986 |
| 4 | | *Scaphiodonphis annulatus* | 1 | 0.1667 | 0.0278 | 0.0278 | -0.2986 |
| 5 | | *Scincella gemmingeri* | 1 | 0.1667 | 0.0278 | 0.0278 | -0.2986 |
| 6 | | *Spilotes pullatus* | 1 | 0.1667 | 0.0278 | 0.0278 | -0.2986 |

**Tabla 27.- Índices por grupo faunístico del sistema ambiental (SA).**

| Grupo | riqueza | abundancia | Simpson | Shannon | *H'* max | Pielou |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amphibia | 1 | 1 | 0.04 | 0.3219 | 0 | Inf |
| Aves | 17 | 43 | 0.0968 | 2.5582 | 2.8332 | 0.9029 |
| Mammalia | 3 | 5 | 0.36 | 1.0549 | 1.0986 | 0.9602 |
| Reptilia | 6 | 6 | 0.1667 | 1.7918 | 1.7918 | 1.0000 |

Rarefacción

La riqueza es una de las medidas más simples e intuitivas que describen una comunidad, sin embargo, uno de los problemas del uso de esta medida es su dependencia del tamaño muestreal (Magurran 2004), esto implica

que la riqueza (y las otras medidas de diversidad) puede verse influida por variaciones en el esfuerzo muestral. Aunque el diseño experimental está pensado para estandarizar el esfuerzo muestral, los tamaños finales muestrales difícilmente son iguales.

Algunos índices basados en la riqueza como el de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar estos efectos, pero este ajuste ha mostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas.

Específicamente la rarefacción es el proceso de generación de la relación entre el número de especies vs el número de individuos en una o más muestras (Stevens 2009). Esta corrección por el número de individuos nos permite la comparación directa de la riqueza de dos muestras que inicialmente tenían diferente tamaño.

En la Gráfico 5 muestra la curva de acumulación de especies por diferentes métodos, pero hacemos referencia en el metodo de rarefacción basada en muestras de Hurlbert (1971) y desviación estandar por Heck et al. (1975) que indica que se esta elcanzado número de especies maximo.

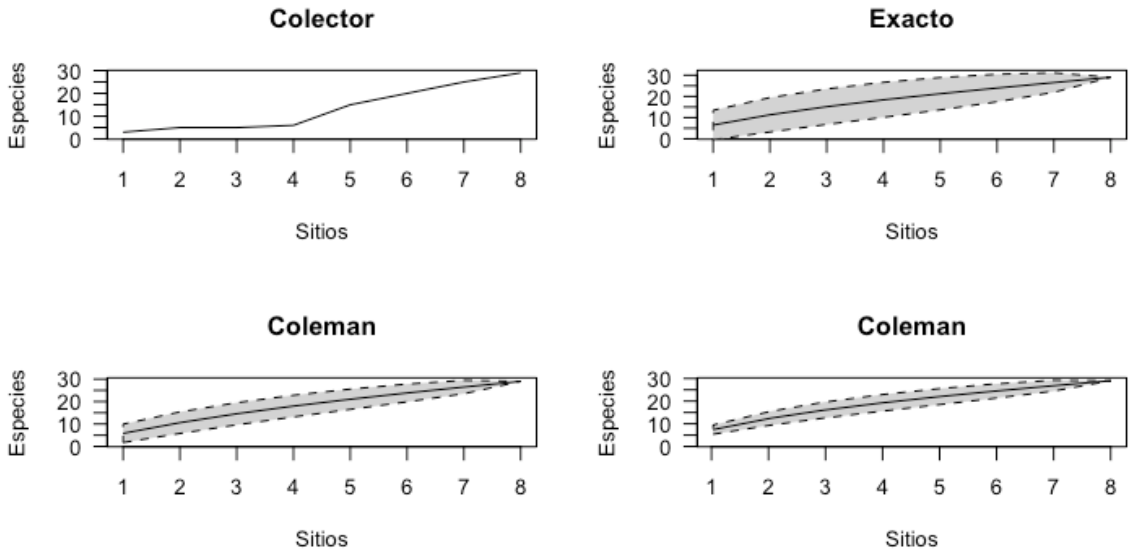



**Gráfico 5. Curvas de acumulación de especies.**

Estimadores de riqueza

Para estimar el número total de especies (riqueza asintótica) utilizamos estimadores no-paramétricos, chao, Jack1, jack2 y boot para todas las muestras. Estos indicadores tienen estimación de especies para llegar a al número total de especies (riqueza asintótica). Se seleccionó el valor de boot y con 36.1. Que indicarían que se registraron el 80.25% de especies totales (o representatividad) respectivamente, estos indicadores fueron tomados por tener menos error estándar como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 28. Estimadores de riqueza.**

| | Species | chao | chao.se | jack1 | jack1.se | jack2 | boot | boot.se | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **All** | 29 | 116.5 | 73.80295 | 46.5 | 8.849435 | 60.21429 | 36.13461 | 4.285578 | 8 |

Especies protegidas
Distribución de las especies y endemismo

De acuerdo con la bibliografía consultada 29 especies de distribución nativa, seis en área del proyecto y 27 en el sistema ambiental.

## Especies en norma

En la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059, no se encontraron especies en alguna categoria. De acuerdo con la revisión realizada en NOM-059-SEMARNAT-2010 (considerando el Anexo Normativo III), Lista Roja de la IUCN y Apéndices del CITES, se localizaron las siguientes especies en alguna categoría de riesgo:

**Tabla 29. Listado de especies protegidas.**

| Aréa del proyecto | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Clase | Nombre. Científico | Nombre. Común | Distribución | NOM 059 | IUCN 2020 | CITES 2019 | Prioritarias DOF 2014 |
| 1 | Aves | *Coragyps atratus* | Zopilote común | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 2 | Aves | *Sayornis nigricans* | Papamoscas negro | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 3 | Aves | *Leptotila verreauxi* | Paloma arroyera | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 4 | Aves | *Dives dives* | Tordo cantor | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 5 | Aves | *Pachyramphus aglaiae* | Cabezónn Degollado | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| Sistema Ambiental | | | | | | | | |
| 1 | Amphibia | *Ptychohyla zophodes* | Ranita oscura de montaѵ±a | Nativa | NA | VU | NA | NA |
| 2 | Aves | *Ardea alba* | Garza blanca | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 3 | Aves | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | Nativa | NA | LC | Apendice II | NA |
| 4 | Aves | *Calocitta formosa* | Urraca Cara Blanca | Nativa | NA | NA | NA | NA |
| 5 | Aves | *Campylorhynchus zonatus* | Matraca tropical | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 6 | Aves | *Chlorestes candida* | Colibrѵ≠ cѵ°ndido | Nativa | NA | LC | Apendice II | NA |
| 7 | Aves | *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olivo | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 8 | Aves | *Coragyps atratus* | Zopilote comѵ∫n | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 9 | Aves | *Dives dives* | Tordo cantor | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 10 | Aves | *Dryocopus lineatus* | Carpintero lineado | Nativa | NA | NA | NA | NA |
| 11 | Aves | *Egretta thula* | Garza dedos dorados | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 12 | Aves | *Glaucidium brasilianum* | Tecolote bajeѵ±o | Nativa | NA | LC | Apendice II | NA |
| 13 | Aves | *Icterus mesomelas* | Calandria Cola Amarilla | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 14 | Aves | *Pachyramphus aglaiae* | Cabezѵ≥n Degollado | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 15 | Aves | *Piranga leucoptera* | Piranga Alas Blancas | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 16 | Aves | *Setophaga graciae* | Chipe Cejas Amarillas | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 17 | Aves | *Trogon caligatus* | Coa Violѵ°cea Norteѵ±a | Nativa | NA | NA | NA | NA |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | Aves | *Xiphorhynchus flavigaster* | Trepatroncos bigotudo | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 19 | Mammalia | *Dasyprocta mexicana* | Guaqueque mexicano | Nativa | NA | CR | NA | NA |
| 20 | Mammalia | *Dasypus noverncinctus* | Armadillo de nueve bandas | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 21 | Mammalia | *Philander opossum* | Tlacuache cuatrojos gris | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 22 | Reptilia | *Bothrops asper* | Terciopelo | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 23 | Reptilia | *Mastigodryas melanolomus* | Culebra lagartijera comV∫n | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 24 | Reptilia | *Ninia sebae* | Culebra de cafetal espalda roja | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 25 | Reptilia | *Scaphiodonphis annulatus* | Coralillo falso | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 26 | Reptilia | *Scincella gemmingeri* | EslizV≥n de la Sierra Madre Oriental | Nativa | NA | LC | NA | NA |
| 27 | Reptilia | *Spilotes pullatus* | Serpiente tigre | Nativa | NA | LC | NA | NA |

*IV.2.2.3.-* **Análisis y conclusiones de los valores de riqueza, equitatividad, estructura y diversidad para la vegetación y fauna en el Sistema Ambiental y Área del proyecto**.

La composición de especies, que incluye tanto su número como abundancia relativa, define la estructura biológica de una comunidad. Una comunidad puede estar formada por unas pocas especies comunes, o puede poseer una gran variedad de especies, algunas comunes con una alta densidad poblacional; pero la mayoría rara con bajas densidades poblacionales.

- **Flora y vegetación**

De acuerdo con los recorridos realizados para el área del proyecto no se realizaron muestreos, dado que solo existen aledaños a este, sistemas manejados por el hombre y constituyen los usos de suelo a partir de la modificación de la cobertura vegetal, en este caso es uso de suelo de tipo agrícola, de acuerdo con el INEGI, 2017, por el tiempo de ocupación de los cultivos en los terrenos, la actividad agrícola desarrollada puede ser: permanente y nómada.

De lo anterior en el área del proyecto se tiene uso de suelo agrícola nómada, la ocupación del terreno dura de uno a tres años y posteriormente se deja de utilizar. Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información para el INEGI y en cierta forma virtual dado el pequeño tamaño de las parcelas y que forman un mosaico complejo con la vegetación aledaña.

Para el caso de la vegetación encontrada en el Sistema Ambiental, se determinó siguiendo la clasificación propuesta por de Rzedowski (1978), determinado así que la vegetación existente es vegetación secundaria derivada del bosque de pino-encino la cual se presenta en fase arbustiva en conjunto con uso de suelo de tipo agrícola.

***Estructura de la vegetación***

Entre el conjunto de especies que componen la comunidad, unas pocas son abundantes, siendo escasas la mayoría, para el caso del SA y el área del proyecto se presentan las abundancias relativas de cada una de las

especies con respecto al estrato en el que se ubican. En el caso de la vegetación en el SA se registraron dos especies arbóreas *Pinus teocote* y *Quercus glaucenses*, siendo el pino la especie más abundante, así como, dominante.

En el caso del estrato arbustivo la especie más abundante y dominante es *Calea ternifolia* seguida de *Calliandra houstoniana*.

Para el caso del estrato herbáceo es también *Conostegia xalapensis* con mayor abundancia y dominancia.

Un factor importante sobre la abundancia de las especies en cada una de las áreas estudiadas en el impacto de las actividades humanas, en este caso las actividades que generan cambios importantes en la zona, tal es el caso del crecimiento urbano, la deforestación, la construcción de carreteras, las obras y servicios de infraestructura regional y urbano, fragmentan grandes áreas de vegetación y dan paso a la perdida de conectividad del ecosistema.

A medida que van quedado fragmentadas las grandes áreas de bosques y/o selvas el hábitat total se reduce. Aquello que resta queda distribuido en parcelas inconexas de tamaño variable albergado en una matriz de desarrollos urbanos y periurbanos. Las áreas circundantes son también hábitats terrestres con sus propios conjuntos de especies.

A lo largo de los recorridos realizados en las áreas que corresponden al proyecto se pudo constatar que la vegetación se encuentra fragmentada, dichos fragmentos están enclavados dentro de paisajes variados, el territorio circundante ejerce una influencia sobre la calidad del fragmento.

A medida que nos desplazamos sobre el terreno, la estructura física y biológica de la comunidad varía. A menudo estos cambios son pequeños, cambios sutiles en la comunidad de especies o altura de la vegetación. Sin embargo, cuando nos desplazamos más lejos estos cambios se acentúan.

La especie más importante en el estrato arbóreo dentro del es *Pinus teocote.* Con lo que respecta al estrato arbustivo la especie más importante en el SA es *Calea ternifolia.* Finalmente, para el estrato herbáceo se registra como especie más importante a *Conostegia xalepensis.*

Dichos parámetros están condicionados por el número y tamaño de los individuos dentro de cada sitio muestreado. La dominancia contribuye a reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los individuos de cada especie. Es decir, aquellas especies que presentan un valor mayor son aquellos que poseen un patrón regular mientras que aquellas con valor bajo son características de un patrón agregado, irregular y disperso.

***Fauna***

Para la fauna 70 registros, de los cuales, 15 pertenecen al Área del Proyecto (AP) y 55 al Sistema Ambiental. Se registraron un total de cuatro clases: aves (58 registros), reptiles (seis registros), mamíferos (cinco registros) y Amphibia (un registro).

La riqueza especifica es de 29 especies faunísticas incluidas en 14 órdenes, 25 familias y 29 géneros faunísticos. El AP presenta seis especies, mientras el SA 27 especies. El grupo mejor representado a nivel global fueron las aves con 19 especies, seguido de reptiles con seis especies y mamíferos con 3 especies.

La clase aves fue más representativa tanto de área del proyecto como en el sistema ambiental, con valores de 1 y 0.78, respectivamente. Siguiéndole la clase reptiles en SA con valor de 0.11 en cuanto a las abundancias relativas.

Las especies con la mayor abundancia relativa en el área de proyecto fueron: *Coragyps atratus*, *Sayornis nigricans con valor de* 0.27. En el sistema ambiental las especies con mayor abundancia fueron: *Trogon caligatus* (0.14), *Calocitta formosa* (0.10), y *Piranga leucoptera* (0.09).

Por lo tanto, se puede decir que las especies en este estudio que tuvieron abundancias relativas bajas son de baja representatividad y por lo tanto vulnerables a cambios de su entorno. Las de mayor representatividad presentan adaptación al entorno y de habito exótica invasora.

Se muestra que la clase predominante en el área del proyecto, probablemente por ser un grupo que se adapta rápidamente al cambio del uso del suelo y suelo mudarse a zonas cercanas en donde encuentra refugio y alimento.

De acuerdo con la bibliografía consultada 29 especies de distribución nativa, seis en área del proyecto y 27 en el sistema ambiental.

**IV.2.3 PAISAJE**

Por paisaje, se entiende a la naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de sistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo y en todos los casos el paisaje es manifestación externa, imagen, o clave de los procesos que tienen lugar en el territorio, ya sea correspondan al ámbito natural o humano. Y como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación: el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y lo analiza científicamente o lo experimenta emocionalmente. MOPU, (1996)."

Por consiguiente, el análisis de los impactos ambientales en el paisaje causados por el establecimiento de un proyecto debe tratarse como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada. El paisaje puede ser estudiado desde dos aspectos distintos:

- Donde el valor del paisaje corresponde al conjunto de interrelaciones del resto de los elementos (agua, aire, plantas, rocas, etc.) y su estudio precisa de la previa investigación de éstos.

Donde el paisaje engloba una fracción importante de los valores plásticos y emocionales del medio natural, por lo cual es recomendable su estudio a base de cualidades o valores visuales

*IV.2.3.1. Evaluación del paisaje*

Los parámetros a utilizar varían de un área a otra y de acuerdo a los objetivos planteados en cada estudio y del proyecto en particular a desarrollar. Por ello existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y posteriormente evaluar el estado del paisaje. Las cuales se abordan principalmente desde sus cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad:

A. Visibilidad

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación, pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno.

B. Calidad paisajística

La calidad del paisaje está determinada por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural.

a) Alta calidad de paisaje cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales

b) Calidad moderada de paisaje cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplana.

c) Baja calidad del paisaje cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

C. Fragilidad

La fragilidad del paisaje consiste en la capacidad de este para absorber los cambios que se producen en el mismo. Los factores que integran la fragilidad paisajística son biofísicos (suelo, vegetación), morfológicos (cuenca visual) y la frecuentación humana.

La evaluación de la fragilidad visual se ha determinado de la siguiente manera:

a) un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y por ende presenta un alto número de observadores potenciales, ya que existen grandes núcleos de población compacta, actividades productivas e infraestructura asociada

b) un paisaje tiene menor fragilidad visual cuando carece o tiene limitadas vías de acceso, relieves pronunciados o abruptos, la superficie de la cuenca visual es pequeña y el número de observadores potenciales es limitado o nulo.

Por lo anterior y de acuerdo con las condiciones de los usos del suelo, así como la ubicación del proyecto se considera que la visibilidad del proyecto es apreciable dependiendo de la posición del observador, la altura sobre el nivel del mar en el área del proyecto oscila de 396-712, además de que al no existir vegetación natural que atenué tal construcción será de mayor visibilidad, con respecto a la calidad paisajística, el proyecto se considera como de calidad moderada debido a que se presentan elementos de transición con agricultura y asentamientos humanos y con respecto a la fragilidad del paisaje este se considera como de una menor fragilidad visual debido a que es accesible por el camino existente, la superficie de la cuenca es grande y presenta un alto grado de fragmentación y deterioro.



**Imagen 82.- Condiciones del Paisaje del Sitio del proyecto.**

**IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO**

La población total del municipio en 2010 fue de 17,100 personas, lo cual representó el 0.4 % de la población en el estado.

| Indicador | San Juan Mazatlán (Municipio) | Oaxaca (Estado) |
|---|---|---|
| Población total, 2010 | 17,100 | 3,801,962 |
| Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010 | 3,842 | 934,471 |
| Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010 | 4.5 | 4 |
| Hogares con jefatura femenina, 2010 | 756 | 240,561 |
| Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010 | 5 | 6.9 |
| Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010 | 80 | 12,979 |
| Personal médico (personas), 2010 | 10 | 5,799 |
| Unidades médicas, 2010 | 10 | 1,530 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010 | 3.2 | 3.2 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010 | 3.8 | 4.0 |

**Imagen 83.- Indicadores sociodemográficos, fuente: CONEVAL**

En el mismo año había en el municipio 3,842 hogares (0.4% del total de hogares en la entidad), de los cuales 756 estaban encabezados por jefas de familia (0.3% del total de la entidad).

El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.5 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4 integrantes.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 5, frente al grado promedio de escolaridad de 6.9 en la entidad.

En 2010, el municipio contaba con 26 escuelas preescolares (0.6% del total estatal), 30 primarias (0.5% del total) y 17 secundarias (0.8%). Además, el municipio contaba con siete bachilleratos (1.1%) y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio también contaba con 14 primarias indígenas (0.8%).

Las unidades médicas en el municipio eran diez (0.7% del total de unidades médicas del estado).

El personal médico era de diez personas (0.2% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1, frente a la razón de 3.8 en todo el estado.

En 2010, 14,468 individuos (85% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 7,392 (43.4%) presentaban pobreza moderada y 7,076 (41.6%) estaban en pobreza extrema.

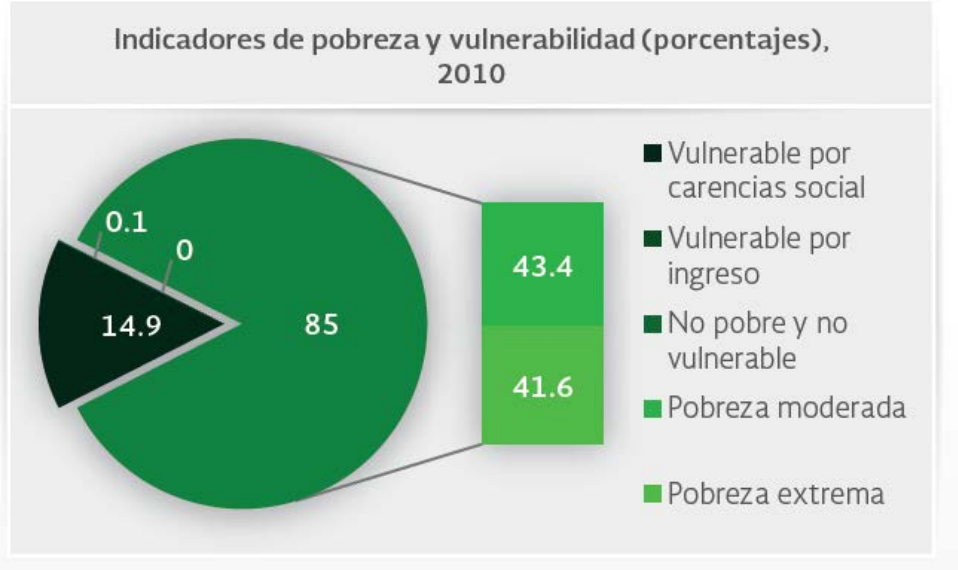



**Imagen 84.- Indicadores de carencia social (porcentajes), 2010. (CONEVAL).**

En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 36.9% de la población, lo que significa que 6,274 individuos presentaron esta carencia social.

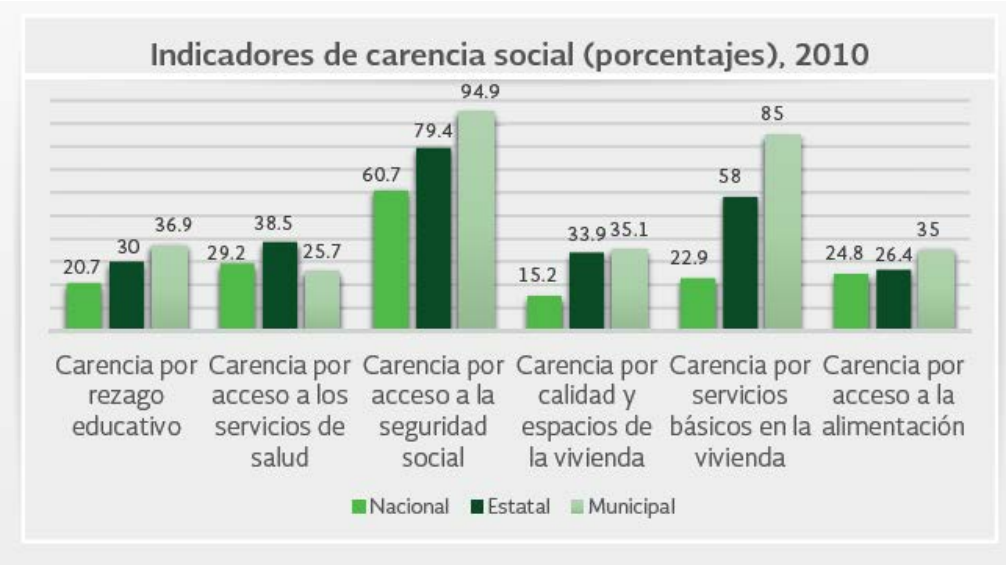
En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 25.7%, equivalente a 4,370 personas.

La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 94.9% de la población, es decir 16,150 personas se encontraban bajo esta condición.

El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 35.1% (5,971 personas).

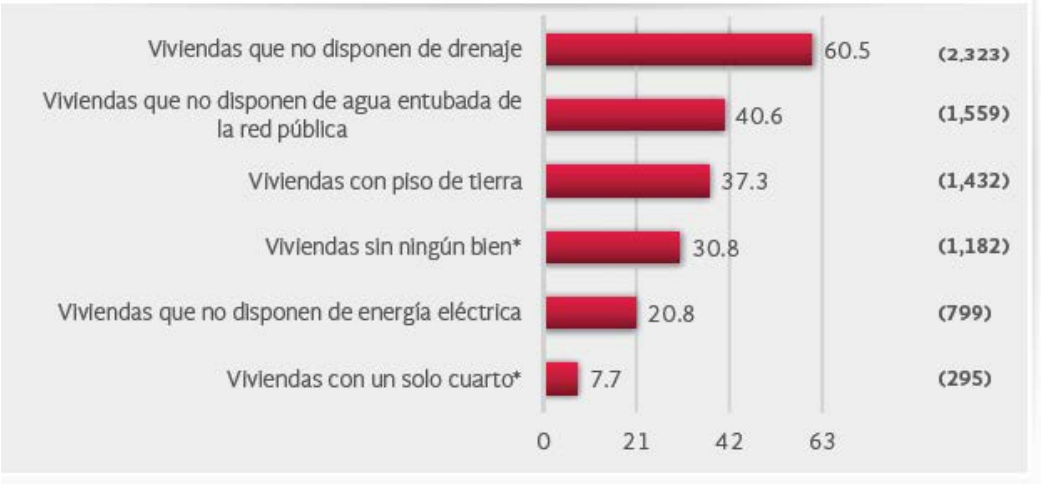
El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 85%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 14,466 personas.

La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 35%, es decir una población de 5,953 personas.



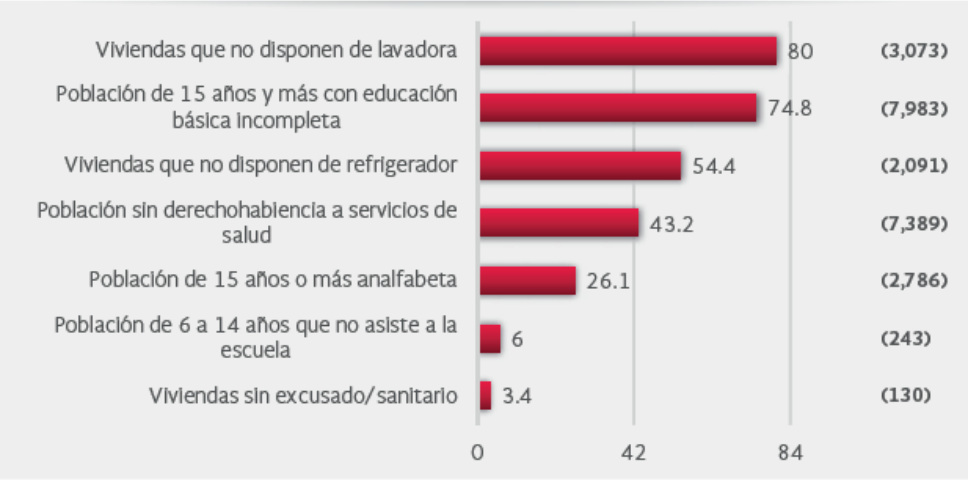

Las incidencias de los rubros de infraestructura social a los que se destinarán los recursos del FAIS son:

• Viviendas que no disponen de drenaje (60.5% del total), viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (40.6%), viviendas con piso de tierra (37.3%), viviendas sin ningún bien (30.8%), viviendas que no disponen de energía eléctrica (20.8%) y viviendas con un solo cuarto (7.7%).




Las incidencias en otros indicadores de rezago social son:

• Viviendas que no disponen de lavadora (80% del total), población de 15 años y más con educación básica incompleta (74.8%), viviendas que no disponen de refrigerador (54.4%), población sin derechohabiencia a servicios de salud (43.2%), población de 15 años o más analfabeta (26.1%), población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (6%) y viviendas sin excusado/sanitario (3.4%).




*IV.2.4.1 Localidades Indígenas*

De acuerdo al Catálogo de localidades indígenas A y B 2020, en particular del Listado de localidades indígenas A y B 2020 que publica la Secretaría de Bienestar el 09 de diciembre de 2019 en el documento donde se encuentran enlistadas las localidades consideradas como indígenas por la Dirección General de Atención a Grupos Prioritarios. https://www.gob.mx/bienestar/documentos/catalogo-de-localidades-indigenas-a-y-b-2020. La localidad de Santiago Malacatepec, no se encuentra en este listado, por lo que no se considera una localidad Indígena

**IV.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

El tipo de suelo presente en el sistema ambiental y sitio de construcción del puente, de acuerdo con la información contenida en los datos temáticos escala 1:250,000, corresponde Acrisol húmico, Regosol districo y Litosol de textura media.

Los acrisoles son suelos que presentan como características principales un horizonte B argílico y saturación de bases menor de 35%, al menos en alguna parte del horizonte B. Los acrisoles húmicos se caracterizan por tener 1.5% o más de materia orgánica en la parte superior del horizonte B y/o un contenido de materia orgánica en la fracción fina del suelo de 1.35% a una profundidad de 100 cm, excepto el horizonte 0, si está presente. El horizonte A presenta textura desde migajón arenoso hasta migajón arcilloso, mientras que el horizonte B varía de migajón arcilloso hasta arcilla. El color es gris muy oscuro hasta negro en el horizonte A y pardo a rojo amarillento en el horizonte B. Los contenidos de materia orgánica fluctúan de ricos a extremadamente ricos (4.3- 10.3%) y los pH´s de muy fuertemente ácidos a extremadamente ácidos. La capacidad de intercambio catiónico tiene una variación de moderada a alta en la superficie y baja a moderada en los horizontes más profundos. La saturación de bases en general es baja en la superficie y baja a muy baja en los horizontes profundos, con cantidades moderadas a muy bajas de sodio intercambiable (0.5-0.01 meq/100 g), de potasio muy bajas a bajas (0.1-0.5 meq/100 g), bajas a moderadas de calcico (0.35.6 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.4-2.2 me/100 g).

Los regosoles se caracterizan por presentar un horizonte A ócrico, o bien, un horizonte gléyico a más de 50 cm de profundidad. Cuando la textura es arenosa, estos suelos carecen de láminas de acumulación de arcilla, así como de indicios del horizonte cámbico u óxico. No están formados de materiales producto de la intensa remoción del horizonte superior, en solución o suspención. Los regosoles dístricos se caracterizan por tener saturación de bases menor de 50%, al menos en alguna parte del suelo entre 20 y 50 cm de profundidad. Las texturas que tienen sus horizontes son de arenas migajosas, migajones arenosos, migajones arcillosos y

arcillas. Los colores que muestran en húmedo son pardos grisáceos, a veces muy pálidos, o pardo amarillento, amarillo rojizo o gris muy oscuro. Los pH´s varían de muy fuertemente ácidos a ligeramente ácidos (4.4-6.5). Los contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial van desde pobres a extremadamente ricos (1.2-6.8%). De acuerdo con la variación textural, la capacidad de intercambio catiónico fluctúa de baja a alta, mientras que el complejo de intercambio se encuentra saturado en grado bajo a moderado con cantidades muy bajas de sodio, muy bajas a bajas de potasio, muy bajas a moderadas de calcio y bajas a altas de magnesio.

Los litosoles, son suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente. La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico. Tienen variaciones de texturas gruesas (arena migajosa), medias (migajón arenoso, franca, migajón arcilloso) hasta finas (arcilla), por lo cual el drenaje interno varía de rápido a lento. Los colores que muestran son pardo oscuro, pardo grisáceo oscuro y negro, y los contenidos de materia orgánica van de moderados a extremadamente ricos (2.0-10.3%). La capacidad de intercambio catiónico está entre baja y muy alta y el pH fluctúa de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.1- 7.4). El complejo de intercambio se encuentra saturado con cantidades muy bajas de sodio (0.1 meq/100 g), bajas de potasio (0.2-0-4 meq/100 g), moderadas a muy altas de calcio (5.6-30.0 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.5-2.8 meq/100 g).

La estructura geológica del Sistema Ambiental se localiza en rocas metamórficas del tipo esquistos K(E) de la era Mesozoica e ígnea intrusiva tipo granito de la era Mesozoica y para el caso del área del proyecto se presentan rocas ígneas intrusivas de tipo granito de la era mesozoica K(Gr).

Con lo que respecta a la hidrología, sistema ambiental y la zona del proyecto, la cuenca río Coatzacoalcos, subcuenca Río Ixcuintepec en la región hidrológica RH-29: Coatzacoalcos. Esta cuenca se encuentra entre dos zonas frecuentemente afectadas por huracanes, la primera corresponde al Golfo de Tehuantepec, reconocida como una importante zona generadora de tormentas tropicales y huracanes, la segunda es la porción suroeste del Golfo de México, periódicamente sometida a fuertes vientos e intensas lluvias. En promedio la precipitación total anual en la cuenca alcanza los 2 090 mm, que significan un volumen de 20 711.9 Mm3, el porcentaje de escurrimiento es de 30.4, que representa 6 292.6 Mm3. Las zonas con escorrentía mayor del 30% ocupan la mayor extensión, los factores dominantes son la baja permeabilidad del terreno y los registros de precipitación que caen dentro del intervalo de 1 500 a 3 000 mm; en estas zonas la densidad de la cubierta vegetal es media para algunos casos y densa para la mayoría de la región; debido al elevado porcentaje de escurrimiento en la cuenca, se genera una compleja red hidrográfica de tipo dendrítico que confluye en los ríos Jaltepec, Sarabia, El Corte y Uxpanapa.

En cuanto a los climas que se presentan en el sistema ambiental y zona del proyecto es de tipo semicálido húmedo y cálido húmedo. Los climas semicálidos húmedos La temperatura media anual es mayor de 18.0ºC y la del mes más frío, entre -3. 0º y 18.0ºC, aunque hay algunas estaciones donde esta última supera los 18.0ºC; la precipitación total anual va de 2 500 a poco más de 5 000 mm, de tal forma que en esta zona se encuentra una de las áreas más lluviosas del país. Los climas cálidos los caracterizan temperaturas medias anuales de 22. 0º a 30.0ºC y temperaturas medias mensuales en los meses más fríos por arriba de los 18.0ºC; la precipitación total anual varía desde 700 hasta 5 000 mm. La combinación de esos dos elementos (temperatura y precipitación) origina el predominio de climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano (29.80%), en sus tres rangos de humedad; seguidos por los cálidos húmedos con abundantes lluvias en verano (12.71%) y los cálidos húmedos con lluvias todo el año (4.24%).

Respecto a la fisiografía el sistema ambiental y la zona del proyecto estos se ubican en la Provincia Fisiográfica “sierra madre del sur”, en la subprovincia “Sierras Orientales”. La provincia Sierra Madre del Sur, Se extiende más o menos paralela a la costa del Océano Pacífico, desde punta de Mita en Nayarit hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. Tiene una longitud aproximada de 1 200 km y un ancho medio de 100 km. Es

considerada la región más compleja y menos conocida del país, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de Cocos. El mayor sistema fluvial es el del río Balsas, con su afluente en el occidente, el río Tepalcatepec. En el extremo oriente se originan importantes tributarios del Papaloapan (uno de los más notables sistemas hidrológicos del país) y del Tehuantepec. En la vertiente sur de la provincia, desde el río Tomatlán en el oeste, baja un buen número de ríos cortos al Océano Pacífico; pocos de éstos, como el Armería, el Coahuayana y el Papagayo, nacen al norte de la divisoria de las sierras costeras; el mayor de ellos es el Atoyac (Verde en su tramo final) que desciende desde los Valles Centrales de Oaxaca.

La subprovincia sierras orientales, forma el extremo oriental de la provincia Sierra Madre del Sur y comprende parte de los estados de Puebla, Veracruz-Llave y Oaxaca; se extiende en dirección noroeste-sureste desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta las proximidades de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, de donde se prolonga hacia el occidente a la población de Santa María Ozolotepec; es por tanto la parte sur la que está orientada en conformidad con los principales lineamientos estructurales de la provincia. Corresponde a la zona conocida regionalmente como Sierra Madre de Oaxaca, designada así porque gran parte se encuentra dentro de la entidad federativa mencionada.

El soporte abiótico es la influencia ecológica externa para la base biótica, por lo tanto, y de acuerdo con lo descrito con anterioridad en el presente capitulo, para el área del proyecto se observó la presencia de sistemas manejados por el hombre, los cuales constituyen los usos de suelo a partir de la modificación de la cobertura vegetal, en este caso es uso de suelo de tipo agrícola, de acuerdo con el INEGI, 2017.

De lo anterior en el área del proyecto se tiene uso de suelo agrícola nómada, la ocupación del terreno dura de uno a tres años y posteriormente se deja de utilizar. Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información para el INEGI y en cierta forma virtual dado el pequeño tamaño de las parcelas y que forman un mosaico complejo con la vegetación aledaña.

Es importante hacer mención que la cobertura vegetal en la zona del proyecto está compuesta por especies ruderales y arvenses, en específico por cultivos de maíz, platanares, pastos y abarcando gran superficie del suelo el helecho *Pteridium arachnoideum,* el género Pteridium es considerado como maleza a nivel mundial, la cual se distribuye desde México hasta Uruguay dentro de un amplio intervalo altitudinal, donde crece en áreas abiertas y perturbadas (Mickel y Smith, 2004). *Pteridum* puede crecer en un amplio intervalo de condiciones lumínicas a las cuales se adapta con su morfología, textura y densidad de las hojas (Conway y Stephens, 1957; Pitman y Pitman, 1986), pero se desarrolla mejor en condiciones de pleno sol. Sus hojas poseen una cutícula muy gruesa que le confiere un eficiente control sobre la transpiración del agua (Pakeman y Marrs, 1992) y una alta capacidad de crecer vigorosamente en áreas abiertas con alta intensidad de lumínica (Roberts, 1986). Las hojas forman matorrales muy densos de 1.5 a 3 m de altura, privando de la luz a las plantas que crecen bajo su follaje, debilitándolas y matándolas (Fig. 1.5. A, B). Una vez que Pteridium ha colonizado un área conserva su dominancia por una alta producción de hojas y la acumulación de capas gruesas de su hojarasca que impiden el establecimiento de otras especies colonizadoras.

Se estima que este helecho puede producir hasta 1500 yemas/m2 y sobrevivir a cortes anuales repetidos por más de 20 años (Le Duc et al., 2007). El continuo crecimiento del rizoma le permite formar clones de gran tamaño que llegan a dominar el paisaje durante cientos de años (Marrs y Watt, 2006). Se estima que algunos clones rizomatosos actualmente vivos pueden superar los 120 m de diámetro y tener hasta 1000 años de antigüedad (Oinonen, 1967; Page, 1976; Sheffield et al., 1989). Por todo lo mencionado anteriormente, este helecho puede ser una amenaza ecológica en ciertas circunstancias y debe ser manejado por medio de un método de control eficiente.

Para el caso de la vegetación encontrada en el Sistema Ambiental, se determinó siguiendo la clasificación propuesta por de Rzedowski (1978), determinado así que la vegetación existente es vegetación secundaria derivada del bosque de pino-encino la cual se presenta en fase arbustiva en conjunto con uso de suelo de tipo agrícola.

Por lo tanto, los usos de suelo y vegetación, que se distribuyen en el SA y el proyecto, muestran el grado de deterioro que se presenta en dicha superficie, ya que la vegetación se encuentra completamente alterada, lo que ha dado paso a la fragmentación y reducción de la vegetación en la zona.

La vegetación restante queda distribuida en parcelas inconexas de tamaño variable, albergando una matriz de desarrollos periurbanos y de terrenos agrícolas. Las áreas circundantes son también hábitats terrestres con su propio conjunto de especies.

El tamaño de los huecos producidos en la vegetación tiene influencia en la sucesión posterior, haciendo de la matriz boscosa un gran mosaico de diferentes condiciones o estados sucesionales, influenciado también por la alta heterogeneidad espacial (Rados evich y Ho lt, 1984; Lo ngman y Je nik, 1987).

Un factor importante sobre la abundancia de las especies en cada una de las áreas estudiadas en el impacto de las actividades humanas, en este caso las actividades que generan cambios importantes en la zona, tal es el caso del crecimiento urbano, la deforestación, la construcción de carreteras, las obras y servicios de infraestructura regional y urbano, fragmentan grandes áreas de bosque y dan paso a la perdida de conectividad del ecosistema.

A medida que van quedado fragmentadas las grandes áreas de bosques y/o selvas el hábitat total se reduce. Aquello que resta queda distribuido en parcelas inconexas de tamaño variable albergado en una matriz de desarrollos urbanos y periurbanos. Las áreas circundantes son también hábitats terrestres con sus propios conjuntos de especies.

A lo largo de los recorridos realizados en las áreas que corresponden al proyecto se pudo constatar que la vegetación se encuentra fragmentada, dichos fragmentos están enclavados dentro de paisajes variados, el territorio circundante ejerce una influencia sobre la calidad del fragmento.

A medida que nos desplazamos sobre el terreno, la estructura física y biológica de la comunidad varía. A menudo estos cambios son pequeños, cambios sutiles en la comunidad de especies o altura de la vegetación. Sin embargo, cuando nos desplazamos más lejos estos cambios se acentúan.

Por otro lado, la perturbación es un evento en el tiempo, más o menos discreto, que altera las comunidades o poblaciones, cambia la disponibilidad de recursos o substratos y crea oportunidades para nuevos individuos o colonias. Las perturbaciones presentan características tanto espaciales como temporales. Estas características incluyen el tamaño del área perturbada, el número de perturbaciones por unidad de tiempo, su intensidad y severidad (Smith y Smith, 2001).

En el caso de la implementación del proyecto se sumará al área una perturbación, sin embargo, recordemos que la perturbación es una cuestión de escala, lo cual ha provocado cambios en la comunidad original, a tal grado que el ecosistema primario que se desarrollaba en la zona no ha podido recuperar su estado original, debido a las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona.

Recordemos entonces que la perdida de individuos tendría un mayor impacto en una zona en donde la vegetación se encuentre mejor conservada pero el área del estudio en cuestión presenta un alto grado de perturbación y fragmentación, por lo tanto, se considera un impacto mínimo.

En general se derivan ciertas tendencias en cuanto a la composición de las comunidades biológicas en hábitats fragmentados. Por un lado, la reducción de los hábitats naturales, favorecen el incremente demográfico de especies generalistas y el descenso de las especialistas ((Gascon et al, 1999). Además, diversos autores han constatado que la homogenización y fragmentación del paisaje provoca un mayor incremento de especies invasoras (Rivard et al, 2002; With et al, 2002; Bakker y Wilson, 2004).

Los fragmentos de hábitat están enclavados dentro de paisajes variados. El territorio circundante ejerce una influencia sobre la calidad del fragmento o parcela, sobre las posibles vías de comunicación que permiten el movimiento de las especies a otras parcelas, si este territorio impide el movimiento, los distintos fragmentos pueden variar en su composición de especies.

A media que los habitas se van fragmentando, las especies que necesitan mayores fragmentos de hábitat, llamadas especies interiores, disminuyen o desaparecen. Mientras tanto, otras especies, atraídas por las condiciones de borde, se asientan en estas parcelas. La composición de especies de la parcela cambia, habitualmente hacia especies de borde o generalistas. Las especies interiores requieren las condiciones que se dan en el interior de las grandes parcelas de hábitats lejos de los cambios repentinos en las condiciones ambientales que se dan asociados a los ambientes bordes. Algunas especies altamente adaptables colonizaran los bordes. Las especies de borde suelen ser oportunistas.

A media que avanza la sucesión vegetal la vida animal también cambia. Cada estadio de la sucesión tiene su propia fauna distintiva. Debido a que la vida anima está a menudo más influenciada por las características estructurales que por la composición de especies. Los estadios de la sucesión correspondientes a la vida animal pueden no corresponder con los estadios identificados para la vegetación.

Para la fauna 70 registros, de los cuales, 15 pertenecen al Área del Proyecto (AP) y 55 al Sistema Ambiental. Se registraron un total de cuatro clases: aves (58 registros), reptiles (seis registros), mamíferos (cinco registros) y Amphibia (un registro).

La riqueza especifica es de 29 especies faunísticas incluidas en 14 órdenes, 25 familias y 29 géneros faunísticos. El AP presenta seis especies, mientras el SA 27 especies. El grupo mejor representado a nivel global fueron las aves con 19 especies, seguido de reptiles con seis especies y mamíferos con 3 especies.

La clase aves fue más representativa tanto de área del proyecto como en el sistema ambiental, con valores de 1 y 0.78, respectivamente. Siguiéndole la clase reptiles en SA con valor de 0.11 en cuanto a las abundancias relativas.

Las especies con la mayor abundancia relativa en el área de proyecto fueron: *Coragyps atratus*, *Sayornis nigricans con valor de* 0.27. En el sistema ambiental las especies con mayor abundancia fueron: *Trogon caligatus* (0.14), *Calocitta formosa* (0.10)*,* y *Piranga leucoptera* (0.09).

Por lo tanto, se puede decir que las especies en este estudio que tuvieron abundancias relativas bajas son de baja representatividad y por lo tanto vulnerables a cambios de su entorno. Las de mayor representatividad presentan adaptación al entorno y de habito exótica invasora.

Se muestra que la clase predominante en el área del proyecto, probablemente por ser un grupo que se adapta rápidamente al cambio del uso del suelo y suelo mudarse a zonas cercanas en donde encuentra refugio y alimento.

De acuerdo con la bibliografía consultada 29 especies de distribución nativa, seis en área del proyecto y 27 en el sistema ambiental.

Finalmente, con respecto a los decretos y programas de conservación el SA- área del proyecto, no inciden en algún Área Natural Protegida, sitio RAMSAR y Región Marítima Prioritaria, pero si inciden en el AICA No. 11 denominada “Sierra Norte”, en la Región Hidrológica Prioritaria No. 81 denominada “Cuenca Media y Alta del Río Coatzacoalcos” y en le Región Terrestre Prioritaria denominada “Sierras del Norte de Oaxaca- Mixe”.

# CAPITULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## V.1.-IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

De la información obtenida en los capítulos II y IV se determinan las interacciones entre el proyecto y el ambiente, tal integración seguirá dos líneas de trabajo paralelas, la primera que analiza el proyecto y que concluye con la identificación de las etapas y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos significativos, la segunda analiza el ambiente en el contexto del SA para identificar los componentes ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de las etapas y actividades del proyecto. Por lo tanto, a continuación, se presenta a manera de tablas las etapas y actividades que componen al proyecto así como, el medio y los componentes que recibieron impactos al iniciar el proyecto y también se muestran los componentes que son susceptibles a recibir impactos para concluir la obra .

Así mismo, cabe destacar que la evaluación se realiza evaluando los impactos ocasionados por el proyecto, bajos las estimaciones que se hicieron en el capítulo IV y las afectaciones que ocurrirán para poder culminar las obras y actividades del predio, así como, su operación y mantenimiento.

**Tabla 30.- Actividades contempladas para cada una de las etapas del proyecto**

| Etapa | Actividades por ejecutar |
|---|---|
| I. Preliminares | Limpieza y trazo |
| II. Construcción | |
| **Sub-estructuras** | Excavación |
| | Armado y colado de estribos y aleros |
| | Armado y colado de coronas y diafragmas |
| **Super- estructura** | **Armado y montaje de trabes** |
| | Armado y colado de diafragmas |
| | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones |
| | Colocación de parapeto metálico |
| **Accesos** | Formación y compactación de terraplenes |
| | Armado y colado de losas de acceso |
| III. Operación | Operación al tráfico vehicular |
| IV. Mantenimiento | Actividades de mantenimiento |

Derivado de lo anterior, los requisitos para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos consideran los siguientes puntos:

- Ser representativos del entorno afectado, y por consiguiente del impacto total sobre el medio producido por la ejecución del Proyecto.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- Cuantificables, dentro de lo posible.

Por lo tanto, en la tabla, se presentan los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

**Tabla 31.-Componentes y factores susceptibles de recibir impactos.**

| Medio | Componente | Factor | Impacto |
|---|---|---|---|
| Abiótico | Suelo | Estructura | Estabilidad del terreno |
| | | | Erosión del suelo |
| | | | Modificación de la morfología del suelo |
| | | | Vibraciones |
| | | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial |
| | | | Riesgos sanitarios |
| | Agua | Superficial | Arroyos afectados |
| | | Recarga | Metros de profundización del agua |
| | | Calidad | Contaminación de cuerpos de agua |
| | | | Sedimentación |
| | | | Dinámica hidrológica |
| | Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos |
| | | | Emisión de partículas (polvo) |
| | Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido |
| | Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática |
| Biótico | Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos |
| | | Abundancia | Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos |
| Socioeconómico | Economía | Empleos | Generación de fuentes de empleo |
| | Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes |
| | | Infraestructura urbana | Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población |
| | Paisaje | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas |
| | | Visibilidad | Perturbación de la visibilidad |

**V.1.1.-METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Existen gran número de técnicas para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales producidos por un Proyecto en particular, por lo que la elección de un método en específico depende de la complejidad del problema y de los datos requeridos por las propias metodologías. Por lo que es importante que la técnica elegida utilice de manera óptima la información recabada y se evite de este modo que la evaluación sea nada más una agregación de datos sin analizar.

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la

evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del Proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

Las principales ventajas de utilizar esta matriz consisten en que es muy útil como instrumento de selección para desarrollar una identificación de impactos y puede proporcionar un medio valioso para comunicarlos, al proporcionar un desarrollo visual de los elementos impactados y de las principales acciones que los producen, el uso de las matrices es un método ampliamente usado en los procesos de evaluación ya que facilitan el estudio de diversas actividades dentro del proceso, además de que puede ser utilizado como un método de resumen para la comunicación de resultados.

En el presente estudio se aplicó el método de "Matriz Interactiva de Leopold Modificada". Esta técnica de identificación de impactos ambientales ayudará a la determinación de los componentes del área de estudio que resultaron y resultarán impactados en cada una de las fases del proyecto.

**V.2.-CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS**

Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del Proyecto, sus componentes y factores ambientales, se elaboró la matriz de identificación de las interacciones ambientales (matriz de Leopold, modificada). Se ordenan sobre las columnas las actividades del Proyecto y sobre los renglones o filas se incluyen los factores ambientales a impactar. La existencia de interacción entre las actividades del Proyecto y los factores ambientales se resalta en la matriz impacto rellenándose las celdas de intercepción, asimismo se asigna el carácter del impacto, el cual puede ser positivo (+) o negativo (-), como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla 32.-Matriz de identificación de las interacciones ambientales del proyecto.**

| Medio | Componente | Factor | Impacto | I.PRELIMINARES | | II.CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | III.OPERACIÓN | IV.MANTENIENTO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | SUBESTRUCTURA | | | SUPERESTRUCTURA | | | | ACCESOS | | | |
| | | | | | Limpieza del sitio | Excavación | Armado y colado de estribos y aleros | Armado y colado de coronas y diafragmas | Armado y montaje de trabes | Armado y colado de diafragmas | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | Colocación de parapeto metálico | Formación y compactación de terraplenes | Armado y colado de losas de acceso | Apertura al tráfico vehicular | Actividades de mantenimiento |
| Abiótico | Suelo | Estructura | Estabilidad del terreno | | | - | | | | | | | - | | | |
| | | | Erosión del suelo | | | - | | | | | | | | | | |
| | | | Modificación de la morfología del suelo | | | - | | | | | | | - | | | |
| | | | Vibraciones | | | - | | | | | | | - | | - | |
| | | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | - |
| | | | Riesgos sanitarios | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Agua | Superficial | Arroyos afectados | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Recarga | Metros de profundización del agua | | | - | - | | | | | | - | | | |
| | | Calidad | Contaminación de cuerpos de agua | | | - | - | - | - | - | - | | | | | |
| | | | Sedimentación | | | - | - | - | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dinámica hidrológica | | | - | - | | | | | | - | | | |
| | Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | Emisión de partículas (polvo) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | - |
| | Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | | | - | | | | | | | | | - | |
| **Biótico** | Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos | | - | - | - | - | | | | | | | | |
| | | Abundancia | Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos | | | | | | | | | | | | | |
| **Socio-económico** | Economía | Empleos | Generación de fuentes de empleo | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | + |
| | Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | - |
| | | Infraestructura urbana | Bien y servivio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la pobación | | | | | | | | | | | | + | |
| | Paisaje | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Visibilidad | Perturbación de la visibilidad | | | - | - | - | | | | | | | | |

Como se observa en la tabla anterior se identificaron un total 126 interacciones ambientales de las cuales 12 se consideran impactos positivos y 114 impactos negativos. Siendo el medio socioeconómico el que registra todos los impactos positivos, por lo que en este sentido el proyecto favorece, con lo que respecta a los impactos negativos estos se distribuyen en su mayoría en el medio abiótico, seguido del medio socioeconómico y finalmente el medio biótico, a continuación, se muestra a manera de gráfica lo mencionado con anterioridad.

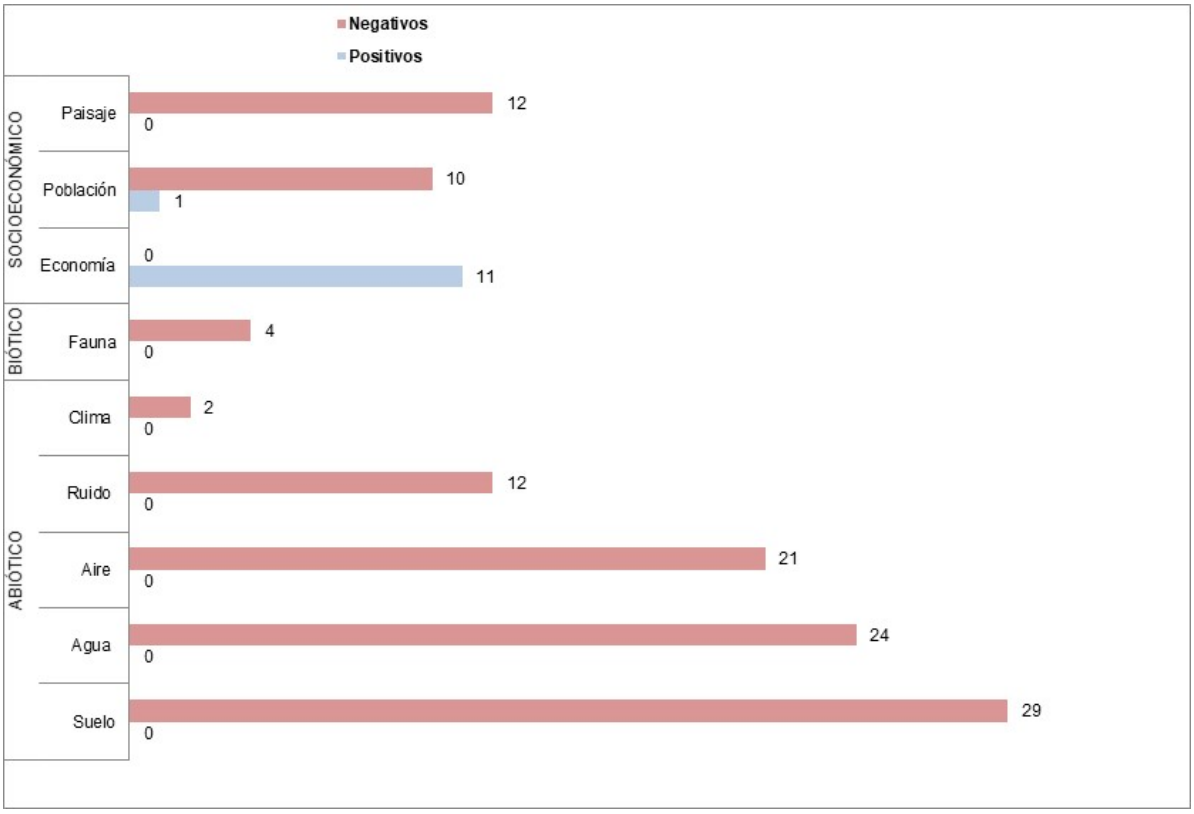



**Imagen 85.-Distribución de impactos por medio y componente ambiental.**

En cuanto a cada etapa del proyecto se tiene que para la etapa I. Preparación, el número de impactos negativos es de 6 y de positivos 1, para la etapa II. Construcción se registran 101 impactos negativos y 9 impactos positivos, la etapa III. Operación muestra 3 impactos negativos y 1 positivo la última etapa de IV. Mantenimiento muestra 4 impactos negativos y 1 impacto positivo.

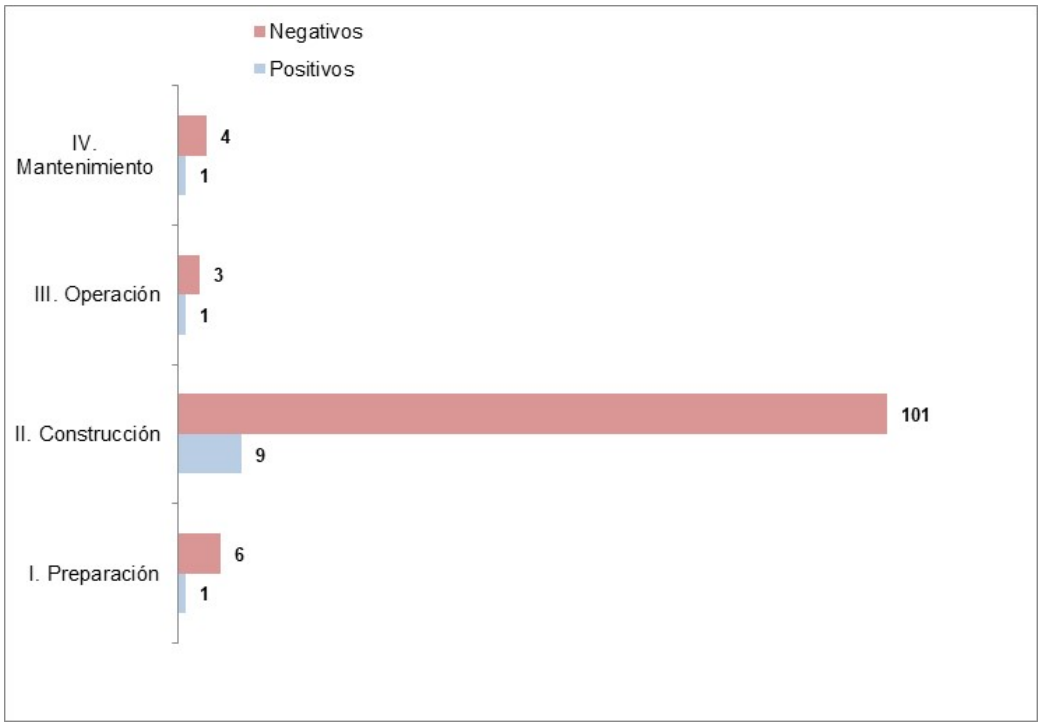



**Imagen 86.- Gráfica de distribución de los impactos positivos y negativos por etapa del proyecto.**

Finalmente, dentro de la identificación de los impactos también se consideró el análisis de su distribución de acuerdo con cada actividad y etapa del proyecto, lo cual muestra que las actividades de excavación registran el mayor número de impactos negativos tal y como se muestra en la siguiente imagen.

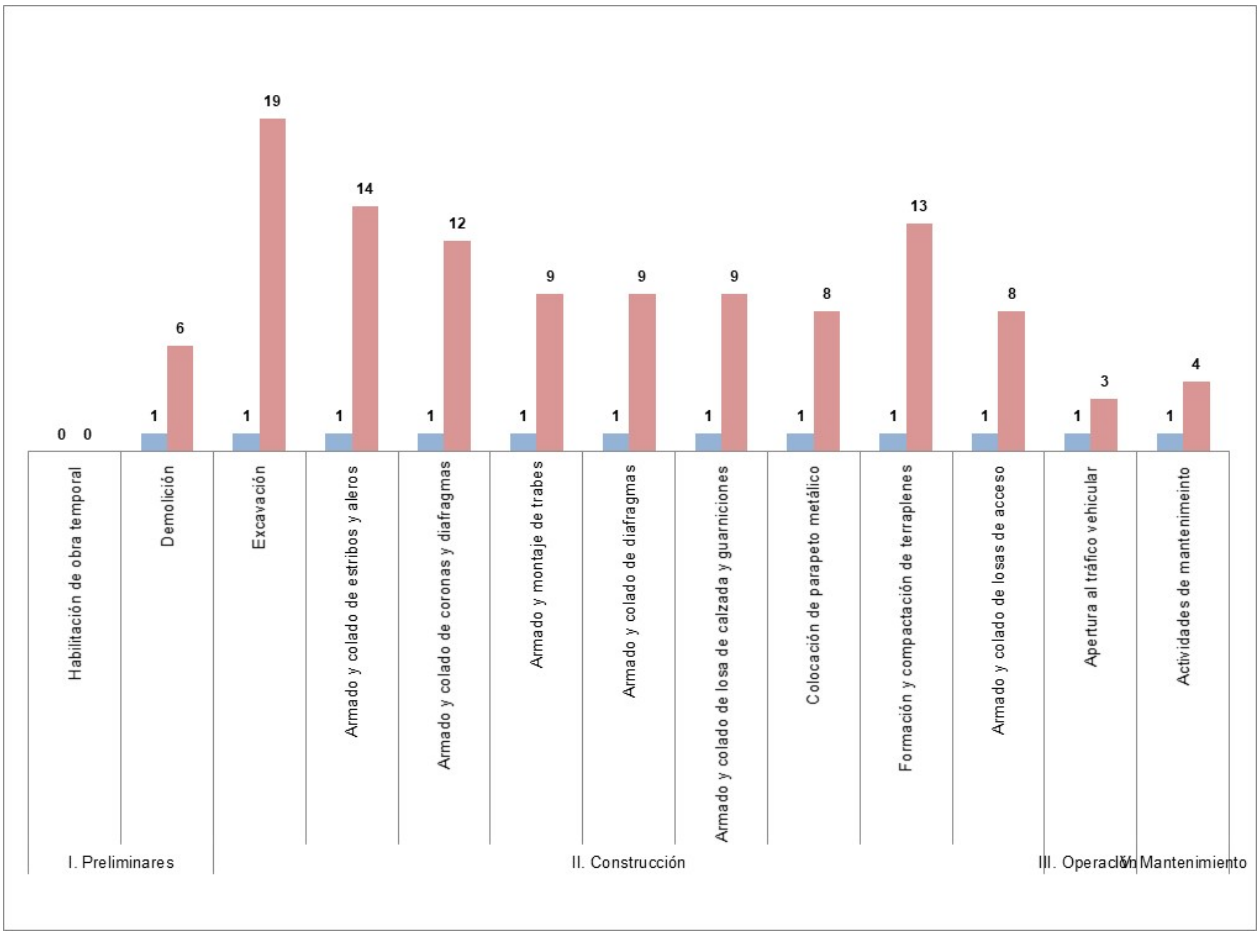



**Imagen 87.- Distribución de los impactos por etapa del proyecto.**

### V.2.1.-INDICADORES DE IMPACTO

El ámbito del medio afectado es difícil de establecer "a priori", puesto que los impactos que pueden generarse se distribuirán espacialmente de distinta forma según las características del entorno que se trate y de cada uno de los componentes ambientales que caracterizan al territorio. A nivel general, y teniendo en cuenta que estos criterios pueden modificarse notablemente según avance el estudio, se pueden considerar los siguientes ámbitos orientativos de acuerdo con los distintos elementos del medio.

Conforme a la definición de "indicador", a continuación, se presenta un cuadro en el que se incluyen los factores ambientales impactados por las acciones del proyecto y los indicadores que permiten dimensionar la magnitud e importancia de los impactos negativos, ocasionados al ambiente de la zona donde se ejecuta la obra.

**Tabla 33.- Indicadores de impacto por componente ambiental.**

| Componente | Factor | Impacto | Indicador |
|---|---|---|---|
| Suelo | Estructura | Estabilidad del terreno | Incremento en la inestabilidad del terreno. |
| | | Erosión del suelo | Perdida de suelo por agentes hídricos y eólicos. |

| Componente | Factor | Impacto | Indicador |
|---|---|---|---|
| | | Modificación de la morfología del suelo | Modificación del relieve, eliminación de las propiedades biológicas y fisicoquímicas del suelo. |
| | | Vibraciones | Movimientos del suelo |
| | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. | Generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. |
| | | Riesgos sanitarios | Por la defecación y orina al aire libre. |
| Agua | Superficial | Arroyos afectados | Número de arroyos afectados |
| | Recarga | Metros de profundización del agua | Metros de profundización del agua |
| | Calidad | Contaminación de cuerpos de agua | Mantener la calidad del agua de los cuerpos de agua |
| | | Sedimentación | Aporte de sedimentos por actividades humanas a los cuerpos de agua |
| Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos | Uso de maquinaria y vehículos de combustión que generan emisiones a la atmósfera. |
| | | Emisión de partículas (polvo) | Emisión de partículas sólidas (polvo). |
| Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido | Niveles de ruidos emitidos o nivel de presión sonora de acuerdo con el equipo utilizado. |
| Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | Por la emisión de gases de combustión por el uso de maquinaria y vehículos de combustión. |
| Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos | Desplazamiento de aves y fauna terrestre. |
| Economía | Empleos | Generación de fuentes de empleo | Mano de obra requerida en todas las etapas del proyecto. |
| Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes | Número de accidentes laborales en cada una de las etapas del proyecto. |
| | Infraestructura urbana | Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población | Culminación de la estructura en óptimas condiciones. |
| Paisaje | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas | Personas quejosas por la mala visualización del entorno inmediato por la generación de contaminantes y partículas. |
| | Visibilidad | Perturbación de la visibilidad | La no apreciación del fondo escénico. |

**V.3.- VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS**

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un Proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los

criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

Para la valoración se procede a calificar el impacto ambiental considerando los criterios: básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación), como se presenta en las tablas siguientes, en donde cada valor va de acuerdo al componente que se evalúa.

Los criterios de valoración están diferenciados en dos categorías la primera de la valoración del medio abiótico y biótico, y la segunda evalúa el medio socioeconómico. Esta separación de medios es con el fin de poder evaluar adecuadamente la significancia de los posibles impactos ambientales en las etapas: preliminares, construcción; operación y mantenimiento.

**Tabla 34.-Criterios básicos y complementarios para valorar el medio biótico y abiótico.**

| Escala | Intensidad Del Efecto (I) | Extensión del Efecto (E) | Duración Del Efecto (D) | Sinergia (S) | Acumulación (A) | Controversia (C) | Mitigación (M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Definida por la superficie proporcional del recurso dentro de la poligonal del sistema ambiental y el sitio que se verá dañado por determinada acción o actividad del proyecto, o bien, por el límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la normativa correspondiente. | Definida por el alcance del efecto a partir del sitio en donde se genera dicho efecto. | Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del Proyecto | Definidas por el grado de interacción entre impactos | Definidas por el nivel de acumulación entre impactos | Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil. | Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación. |
| **0** | | | | **Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos | **Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos | **No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso | **Nula**. No hay medidas de mitigación |
| **1** | **Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable. | **Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia | **Corta:** Cuando el efecto dura menos de 1 mes | **Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas | **Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental | **Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso. | **Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 % |
| **2** | **Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible. | **Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio | **Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años | **Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas | **Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente | **Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso. | **Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74% |
| **3** | **Alta:** cuando la afectación cubre más de 50 % del total de los recursos existentes o si los valores de afectación rebasan el límite permisible por la normativa aplicable. | **Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio | **Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años | **Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas. | | **Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso. | **Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más |

**Tabla 35.-Criterios básicos y complementarios para valorar el medio socioeconómico.**

| Escala | Intensidad Del Efecto | Extensión del Efecto (E) | Duración del Efecto (D) | Sinergia (S) | Acumulación (A) | Controversia (C) | Mitigación (M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Definida por la mejora del componente económico, por la población que se verá afectada por la ejecución del proyecto, así como, por la superficie proporcional del paisaje que se verá afectado por determinada acción o actividad del proyecto o bien por el limite permisible de las afectaciones que causara determinada acción con respecto a lo establecido con la norma correspondiente. | Definida por el alcance espacial de la mejora del componente económico y el alcance de los impactos para la población que se verá afectada por la ejecución del proyecto, así como, por la superficie proporcional del paisaje que se verá afectado por determinada acción o actividad del proyecto o bien por el límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la norma. | Definida por la extensión en el tiempo de la mejora del componente | Definido por el grado de interacción entre impactos | Definida por el nivel de acumulación entre impactos<br><br>(No aplica para impactos positivos) | Definida por la percepción del Proyecto por la sociedad civil<br><br>(No aplica para impactos positivos) | Definida por la existencia de medidas y/o recomendaciones que aseguren la mejora del efecto.<br><br>(No aplica para impactos positivos) |
| **0** | | | | **Nula:** Cuando no se presentan interacciones entre impactos | **Nula**: Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos | **No existe**: Cuando la sociedad civil local y regional NO manifiesta preocupación por el Proyecto | **No existe**: No existen medidas de mitigación |
| **1** | **Mínima**: Cuando el componente se mejora 25% o menos. Cuando se presenta de 0-1 accidentes por día. Mala calidad visual del entorno inmediato por afectaciones menores al 50% de los límites permisibles. Cuando la actividad afecte menos del 50% del fondo escénico. | **Puntual**: Cuando la mejora del componente se refleja sólo en las localidades por las que se ejecuta el Proyecto. Cuando los accidentes son en el sitio del proyecto. Cuando los accidentes son de menor gravedad. Cuando se afecta localidad visual del entorno inmediato y se perturba la visibilidad en menos de un 50%. | **Corta**: La mejora del componente se manifiesta sólo durante las actividades de preparación del sitio. Cuando un accidente es de menor gravedad. Cuando la afectación al paisaje solo presenta en las actividades de preparación del sitio y construcción. | **Ligera**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas. | **Poca**: Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental | **Mínima**: Cuando la sociedad civil local manifiesta preocupación por el Proyecto | **Existe**: Cuando existen medidas y/o recomendaciones que aminoren el impacto sobre el medio socioeconómico. |
| **2** | **Moderada**: Cuando el componente se mejora entre 26 y 75%. Cuando se presentan de 2 accidentes | **Local**: Cuando la mejora del componente se refleja en las localidades y municipios en los que se ejecuta el | **Mediana**: La mejora del componente dura sólo hasta la entrada en operación del Proyecto | **Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no | **Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones diferentes | **Moderada**: Cuando la sociedad civil local manifiesta objeción por el Proyecto | |

| Escala | Intensidad Del Efecto | Extensión del Efecto (E) | Duración del Efecto (D) | Sinergia (S) | Acumulación (A) | Controversia (C) | Mitigación (M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a más al día. Mala calidad visual del entorno inmediato por afectaciones mayores al 50%. Cuando la actividad afecte más del 50% del fondo escénico. | Proyecto. Cuando los accidentes ocurren fuera del sitio del proyecto. Cuando los accidentes son de mayor gravedad. Cuando se afecta la calidad visual del entorno y se perturba la visibilidad mayor a un 50%. | y/o hasta su tiempo de vida útil. Cuando el accidente es de mayor gravedad. Cuando la afectación al paisaje se presenta durante la vida útil del proyecto. | rebasa el doble de las mismas | sobre el mismo componente ambiental | | |

Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario respectivamente; con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significancia del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

**Índice Básico.** Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Dónde:
***Iij*** = intensidad del impacto
***Eij*** = extensión del impacto
***Dij*** = duración de la acción
El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de 0.33 £ IB £1

**Índice Complementario.** Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:
Para los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Dónde:
***Sij*** = Sinergia
***Aij*** = Acumulación
***Cij*** = Controversia

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por los que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: 0 ≤ IC ≤ 1.

**Índice del Impacto sin medidas de mitigación**: El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor de impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Dónde:
***IBij*** = Índice Básico
***ICij*** = Índice Complementario

**Índice del impacto con medidas de mitigación**: Obtenidos los indicadores IB, IC e II (Índice básico, complementario y de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice del impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando la siguiente fórmula:

Para medio abiótico y biótico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$
Para medio socioeconómico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)$

Dónde:
***Iij =*** *Índice de impacto*
***Mij =*** *Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación*

Significancia el impacto: De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia, según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): **0.000 a 0.200**
- Impacto poco significativo (PS): **0.201 a 0.400**
- Impacto moderadamente significativo (MS): **0.401 a 0.600**
- Impacto significativo (S): **0.601 a 0.800**
- Impacto muy significativo (MMS): **0.801 a 1.000**

Después de asignar las categorías de impacto, y realizar los cálculos de índices correspondientes se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla.

**Tabla 36.-Matriz de Leopold modificada para determinar la valoración de los impactos ambientales.**

| Medio | Componente | Factor | Impacto | Actividad | Intensidad (I) | Extensión ( E ) | Duración (D) | Sinergia (S) | Acumulación (A) | Controversia ( C ) | Índice Básico (IB) | Indice complementario (IC) | 1-IC | Índice de impacto sin medidas (II) | Carácter | Significancia de impactos sin medidas | Eficiencia de medida de | Índice del impacto con medidas (Sij) | Significancia de impacto con medidas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Abiótico** | Suelo | Estructura | Estabilidad del terreno | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Excavación | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 2 | 0.278 | **PS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 2 | 0.278 | **PS** |
| | | | Erosión del suelo | Excavación | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 2 | 0.278 | **PS** |
| | | | Modificación de la morfología del suelo | Excavación | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 0 | 0.835 | **MMS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 0 | 0.835 | **MMS** |
| | | | Vibraciones | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Excavación | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 2 | 0.278 | **PS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.667 | 0.556 | 0.444 | **0.835** | - | **MMS** | 2 | 0.278 | **PS** |
| | | | | Apertura al tráfico vehicular | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0.556 | 0.556 | 0.444 | **0.770** | - | **S** | 2 | 0.257 | **PS** |
| | | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Excavación | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Actividades de mantenimiento | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | Riesgos sanitarios | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Excavación | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0.444 | 0.111 | 0.889 | **0.486** | - | **MS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | Agua | Superficial | Arroyos afectados | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Excavación | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.556 | 0.333 | 0.667 | **0.676** | - | **S** | 2 | 0.225 | **PS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 2 | 0.254 | **PS** |
| | | Recarga | Metros de profundización del agua | Excavación | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.889 | 0.556 | 0.444 | **0.949** | - | **MMS** | 2 | 0.316 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.889 | 0.556 | 0.444 | **0.949** | - | **MMS** | 2 | 0.316 | **PS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.889 | 0.556 | 0.444 | **0.949** | - | **MMS** | 2 | 0.316 | **PS** |
| | | Calidad | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Contaminación de cuerpos de agua | Excavación | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | Sedimentación | Excavación | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0.889 | 0.556 | 0.444 | **0.949** | - | **MMS** | 2 | 0.316 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0.889 | 0.556 | 0.444 | **0.949** | - | **MMS** | 2 | 0.316 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0.889 | 0.556 | 0.444 | **0.949** | - | **MMS** | 2 | 0.316 | **PS** |
| | | | Dinámica hidrológica | Excavación | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0.556 | 0.444 | 0.556 | **0.721** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 0 | 0.870 | **MMS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 1 | 0.580 | **MS** |
| | Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Excavación | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | **0.763** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Emisión de partículas (polvo) | Limpieza del sitio | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.778 | 0.222 | 0.778 | **0.822** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Excavación | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.778 | 0.222 | 0.778 | **0.822** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Actividades de mantenimiento | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.778 | 0.222 | 0.778 | **0.822** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Excavación | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.778 | 0.222 | 0.778 | **0.822** | - | **MMS** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Apertura al tráfico vehicular | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Actividades de mantenimiento | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | Excavación | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0.667 | 0.444 | 0.556 | **0.798** | - | **S** | 2 | 0.266 | **PS** |
| | | | | Apertura al tráfico vehicular | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0.778 | 0.444 | 0.556 | **0.870** | - | **MMS** | 1 | 0.580 | **MS** |
| **Biótico** | Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.778 | 0.556 | 0.444 | **0.894** | - | **MMS** | 2 | 0.298 | **PS** |
| | | | | Excavación | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.778 | 0.556 | 0.444 | **0.894** | - | **MMS** | 2 | 0.298 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.778 | 0.556 | 0.444 | **0.894** | - | **MMS** | 2 | 0.298 | **PS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0.778 | 0.556 | 0.444 | **0.894** | - | **MMS** | 2 | 0.298 | **PS** |
| **Socio-económico** | Economía | Empleos | Generación de fuentes de empleo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Excavación | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | | | | Actividades de mantenimiento | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Limpieza del sitio | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | 0 | **S** | 3 | NA | **NA** |
| | | | | Excavación | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Actividades de mantenimiento | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.667 | 0.111 | 0.889 | **0.697** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | Infraestructura urbana | Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población | Apertura al tráfico vehicular | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.556 | 0.111 | 0.889 | **0.593** | + | **MS** | | NA | **NA** |
| | Paisaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas | Excavación | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de estribos y aleros | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y montaje de trabes | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de diafragmas | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Colocación de parapeto metálico | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Formación y compactación de terraplenes | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de losas de acceso | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.667 | 0.222 | 0.778 | **0.730** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | Visibilidad | | Excavación | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.556 | 0.333 | 0.667 | **0.676** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Perturbación de la visibilidad | Armado y colado de estribos y aleros | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.556 | 0.333 | 0.667 | **0.676** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |
| | | | | Armado y colado de coronas y diafragmas | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.556 | 0.333 | 0.667 | **0.676** | - | **S** | 3 | 0.000 | **NS** |

**V.3.1 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN).**

A continuación, se presenta la matriz de resultados de la valoración de los impactos ambientales por la construcción del puente sin aplicar medidas de mitigación

**Tabla 37.-Matriz de resultados de la valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación).**

| Medio | Componente | Factor | Impacto | I.PRELIMINARES | | II.CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | III.OPERACIÓN | IV.MANTENIENTO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | SUBESTRUCTURA | | | SUPERESTRUCTURA | | | | ACCESOS | | | |
| | | | | | Limpieza del sitio | Excavación | Armado y colado de estribos y aleros | Armado y colado de coronas y diafragmas | Armado y montaje de trabes | Armado y colado de diafragmas | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | Colocación de parapeto metálico | Formación y compactación de terraplenes | Armado y colado de losas de acceso | Apertura al tráfico vehicular | Actividades de mantenimiento |
| Abiótico | Suelo | Estructura | Estabilidad del terreno | | | MMS | | | | | | | MMS | | | |
| | | | Erosión del suelo | | | MMS | | | | | | | | | | |
| | | | Modificación de la morfología del suelo | | | MMS | | | | | | | MMS | | | |
| | | | Vibraciones | | | MMS | | | | | | | MMS | | S | |
| | | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial | | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | | MS |
| | | | Riesgos sanitarios | | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | | |
| | Agua | Superficial | Arroyos afectados | | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | |
| | | Recarga | Metros de profundización del agua | | | MMS | MMS | | | | | | MMS | | | |
| | | Calidad | Contaminación de cuerpos de agua | | | MMS | MMS | MMS | MMS | MMS | MMS | | | | | |
| | | | Sedimentación | | | MMS | MMS | MMS | | | | | | | | |
| | | | Dinámica hidrológica | | | S | MMS | | | | | | MMS | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | |
| | | | Emisión de partículas (polvo) | | MMS | S | S | S | S | S | S | S | MMS | S | | S |
| | Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido | | MMS | MMS | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| | Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | | | S | | | | | | | | | MMS | |
| Biótico | Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos | | MMS | MMS | MMS | MMS | | | | | | | | |
| | | Abundancia | Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos | | | | | | | | | | | | | |
| Socio-económico | Economía | Empleos | Generación de fuentes de empleo | | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | | MS |
| | Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes | | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | S |
| | | Infraestructura urbana | Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población | | | | | | | | | | | | MS | |
| | Paisaje | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas | | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | |
| | | Visibilidad | Perturbación de la visibilidad | | | S | S | S | | | | | | | | |

| Significancia del impacto | | TOTAL |
|---|---|---|
| No significativo | NS | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| Poco significativo | PS | 0 |
| Moderadamente significativo | MS | 33 |
| Significativo | S | 63 |
| Muy significativo | MMS | 30 |
| **TOTAL=** | | 126 |

### V.3.2 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN).

A continuación, se presenta la matriz de resultados de la valoración de los impactos ambientales por la construcción del puente con un escenario en donde se han aplicado las medidas de mitigación y se ha tomado en cuenta la eficacia de cada medida

**Tabla 38.-Matriz de resultados de la valoración de impactos ambientales con medidas de mitigación.**

| Medio | Componente | Factor | Impacto | I.PRELIMINARES | | II.CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | III.OPERACIÓN | IV.MANTENIENTO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | SUBESTRUCTURA | | | SUPERESTRUCTURA | | | | ACCESOS | | | |
| | | | | | Limpieza del sitio | Excavación | Armado y colado de estribos y aleros | Armado y colado de coronas y diafragmas | Armado y montaje de trabes | Armado y colado de diafragmas | Armado y colado de losa de calzada y guarniciones | Colocación de parapeto metálico | Formación y compactación de terraplenes | Armado y colado de losas de acceso | Apertura al tráfico vehicular | Actividades de mantenimiento |
| Abiótico | Suelo | Estructura | Estabilidad del terreno | | | PS | | | | | | | PS | | | |
| | | | Erosión del suelo | | | PS | | | | | | | | | | |
| | | | Modificación de la morfología del suelo | | | MMS | | | | | | | MMS | | | |
| | | | Vibraciones | | | PS | | | | | | | PS | | PS | |
| | | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | | NS |
| | | | Riesgos sanitarios | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Agua | Superficial | Arroyos afectados | | | PS | PS | PS | PS | PS | PS | PS | PS | PS | | |
| | | Recarga | Metros de profundización del agua | | | PS | PS | | | | | | PS | | | |
| | | Calidad | Contaminación de cuerpos de agua | | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | | | | | |
| | | | Sedimentación | | | PS | PS | PS | | | | | | | | |
| | | | Dinámica hidrológica | | | NS | MMS | | | | | | MS | | | |
| | Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | | |
| | | | Emisión de partículas (polvo) | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | | NS |
| | Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| | Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | | | PS | | | | | | | | | MS | |
| Biótico | Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos | | PS | PS | PS | PS | | | | | | | | |
| | | Abundancia | Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos | | | | | | | | | | | | | |
| | Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes | | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | | NS |
| | | Infraestructura urbana | Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Paisaje | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas | | | **NS** | **NS** | **NS** | **NS** | **NS** | **NS** | **NS** | **NS** | **NS** | | |
| | | Visibilidad | Perturbación de la visibilidad | | | **NS** | **NS** | **NS** | | | | | | | | |

| **Significancia del impacto** | | **TOTAL** |
|---|---|---|
| No significativo | NS | **83** |
| Poco significativo | PS | **26** |
| Moderadamente significativo | MS | **2** |
| Significativo | S | **0** |
| Muy significativo | MMS | **3** |
| **TOTAL=** | | **114** |

**V.4.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN**

De acuerdo con la información proporcionada en apartados anteriores se discute y analizan los impactos relevantes y significativos que el proyecto puede ocasionar, ya sea de forma independiente o derivado de un efecto acumulativo con otros que ya están ocurriendo en el SA.

Por lo tanto, como resultado de la valoración realizada se identificaron 114 impactos negativos y 12 impactos positivos, de los cuales de acuerdo a su valor de significancia para los "no significativo y "poco significativo" no se registraron impactos, para el caso de "moderadamente significativo" se registraron 33 impactos (21 negativos y 12 positivos), para el caso del "significativo" se registraron solo impactos negativos con un total de 63 y finalmente "muy significativo " solo registra impactos negativos con un total de 30, tal información se representa en la imagen siguiente.

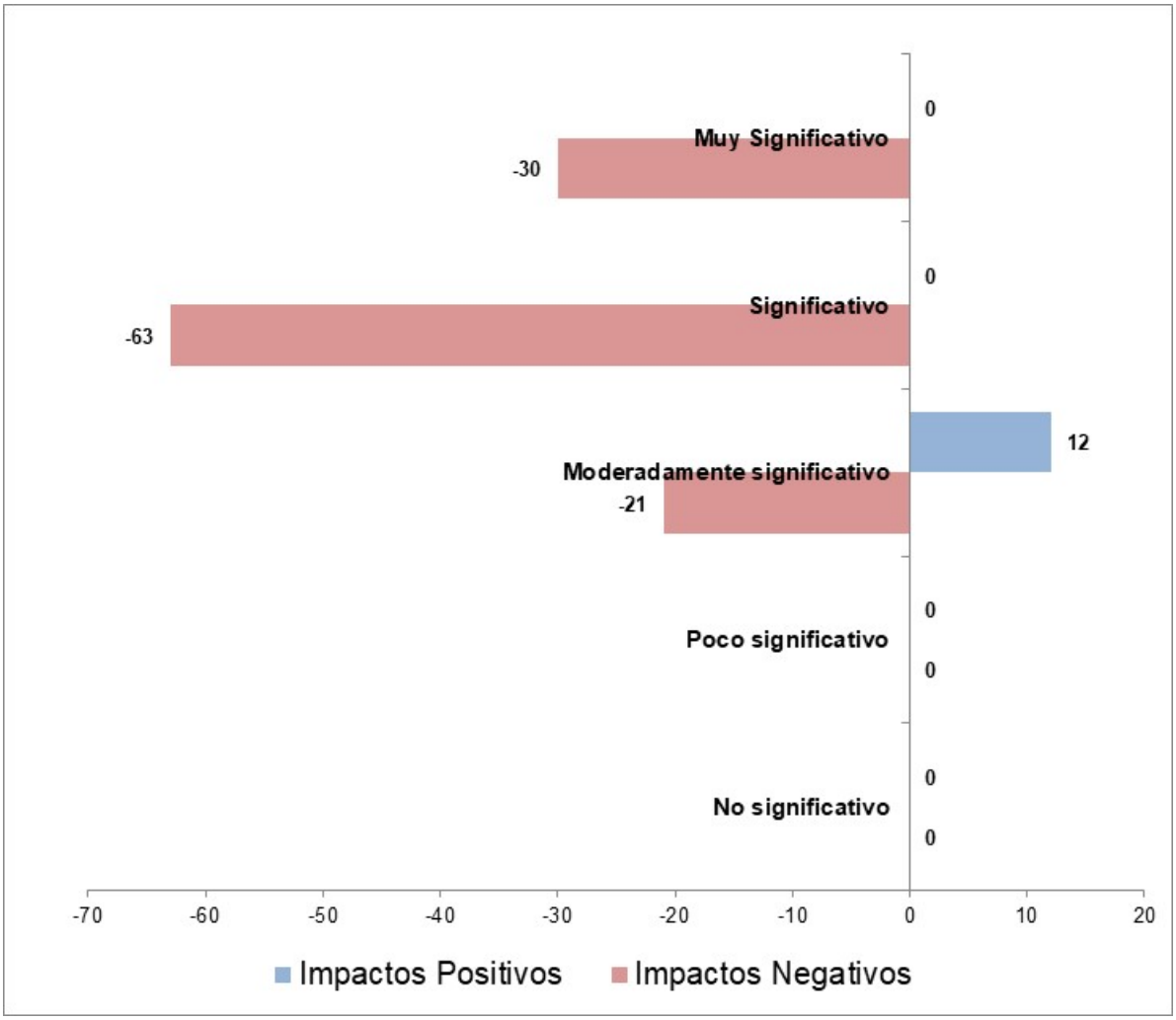



**Imagen 88.- Representación de la significancia de los impactos ambientales.**

De la valoración de los impactos negativos y positivos en relación con el valor de significancia representados en la imagen anterior, los cuales son el resultado si no se aplican medidas de mitigación, dichos impactos negativos de acuerdo a las etapas del proyecto se distribuyen en su mayoría en la etapa de II.-Construcción, sin embargo, un factor a considerar para esta etapa es que en ella se concentran el mayor número de

actividades, seguida de la etapa I.-Preliminares y finalmente las etapas de operación y mantenimiento que son en las cuales se registran menos impactos de este tipo, tal y como, se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 39.-Comparativa de significancia de impactos ambientales por etapa del proyecto.**

| Impacto | I. PRELIMINARES | | | II.CONSTRUCCIÓN | | | III. OPERACIÓN | | | IV. MANTENIMIENTO | | | Total de impactos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | + | – | Total | + | – | Total | + | – | Total | + | – | Total | |
| No significativo (NS) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Poco significativo (PS) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moderadamente significativo (MS) | 1 | 2 | 3 | 9 | 18 | 27 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 33 |
| Significativo (S) | 0 | 1 | 1 | 0 | 57 | 57 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 63 |
| Muy Significativo (MMS) | 0 | 3 | 3 | 0 | 26 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| **Total** | 1 | 6 | 7 | 9 | 101 | 110 | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 5 | 126 |

Asimismo, enseguida se muestra gráficamente la valoración de los impactos por componente ambiental, donde se aprecia que los impactos de mayor significancia (muy significativos y significativos) se presentan en los tres medios evaluados.

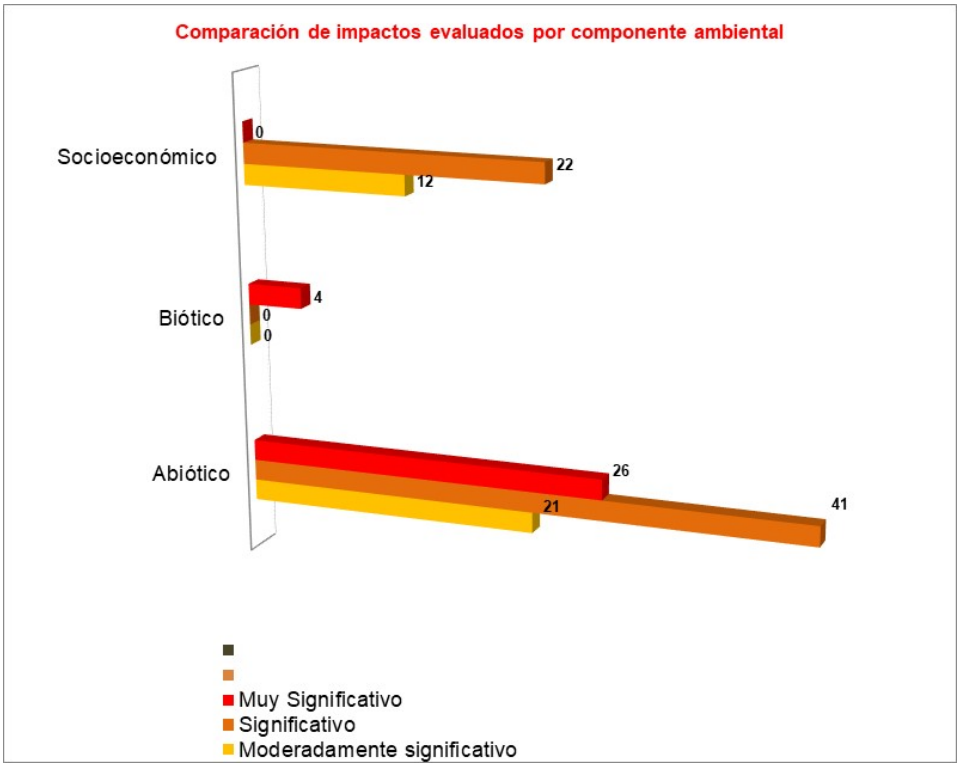



**Imagen 89.- Grafica de comparación de la significancia de impactos por medio ambiental.**

De conformidad con lo anterior se considera como impactos negativos con prioridad de atención alta a los clasificados como “MMS” (muy significativos) y “S” (significativos) específicamente, los cuales se grafican de acuerdo al impacto en donde se suscitan, tal y como, se muestra en la imagen.

En la gráfica se visualiza que el mayor número de impactos catalogados como “MMS” (muy significativos) se registran en el componente suelo, en el cual, se impacta directamente a su estructura al afectar la estabilidad

del terreno, se modifica la morfología del mismo y se producen vibraciones por los movimientos del suelo, en cuanto al ruido que desestabilizará en su momento al confort sonoro, para el componente clima se considera su afectación por la modificación de la estructura del mismo debido al incremento de contaminantes responsables de la alteración climática.

Para el caso de los impactos de categoría “significativos” se registran en su mayoría para el componente socioeconómico para la población por el riesgo por accidentes y el paisaje al afectar la calidad y visibilidad, para el componente aire en su calidad por la Concentración atmosférica de C02, así como por la emisión de partículas de polvo y el confort sonoro por la alteración del ruido , finalmente para el componente agua considerando el agua superficial en función de la contaminación que pudiera ocasionarse en el río

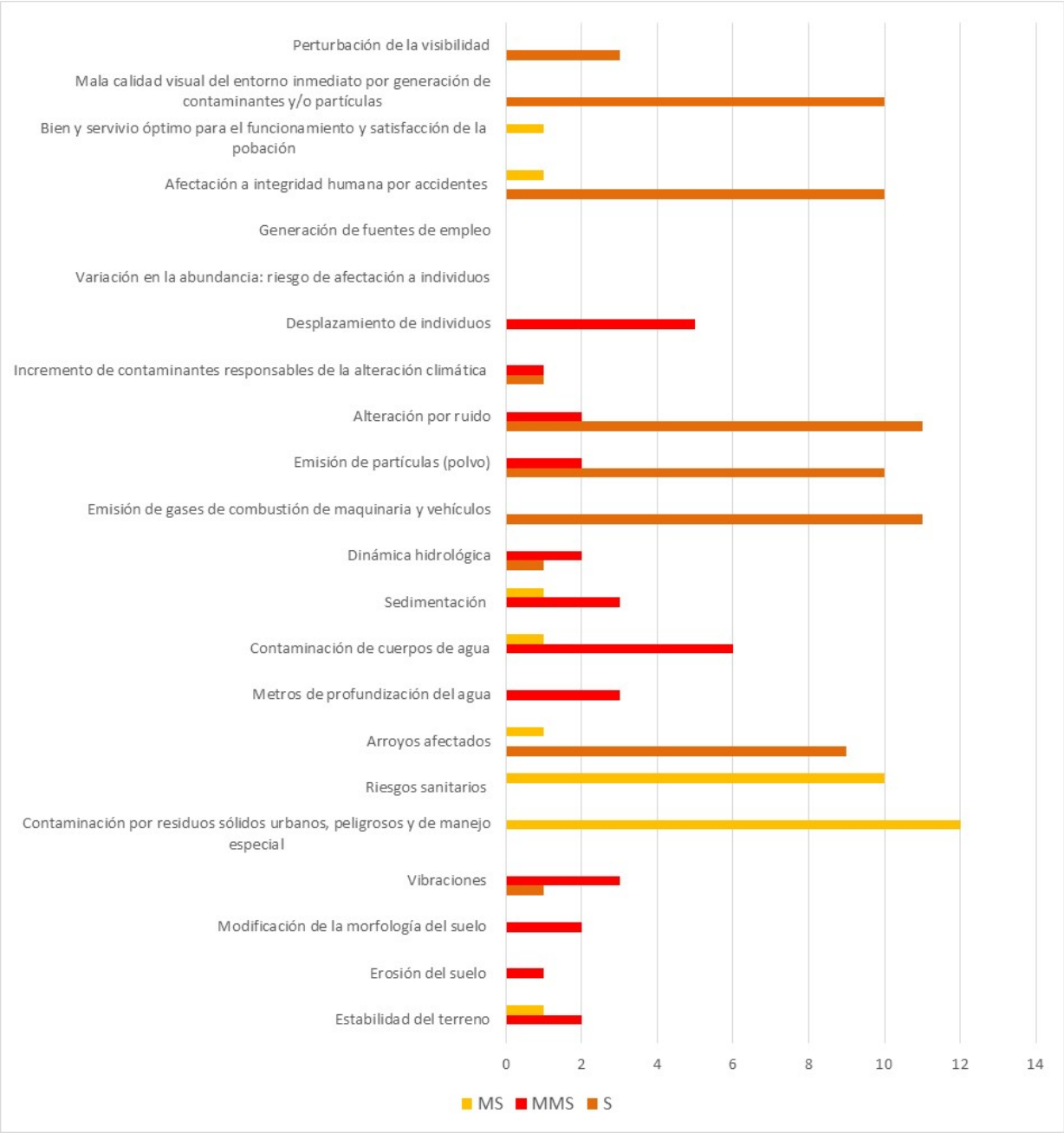



**Imagen 90.-Impactos con mayor nivel de significancia**

Derivado de lo anterior se describen los impactos generados durante cada una de las etapas del proyecto por cada componente susceptible de ser afectados por las obras y actividades:

Impacto ambiental: Estabilidad de terreno
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
Durante los trabajos de excavación para desplante de los estribos se pierde la estructura del suelo, lo que provoca desestabilidad en el terreno, por consecuencia sedimentación al río, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

Impacto ambiental: Erosión del suelo
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
En la etapa de construcción por la excavación, el suelo se degrade lo que facilita los procesos erosivos, de manera puntual en donde se excavara para el desplante de los estribos, dado que se generar suelo desnudo quedando susceptible a los agentes erosivos, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

Impacto ambiental: modificación de la morfología del suelo
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
Durante la construcción por la formación y compactación de terraplenes será necesario la modificación de la estructura del suelo, lo cual modificará la morfología del suelo, así como en los sitios de las excavaciones de los estribos, dicho impacto es puntual y residual. A nivel del sistema ambiental no tendrá repercusión

Impacto ambiental: Vibraciones
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
Durante la etapa de preliminares, durante la construcción por la formación y compactación de los terraplenes, así como, durante la operación por la apertura al tráfico vehicular, se generan vibraciones de baja amplitud y de carácter aleatorio por el uso y maquinaria de equipo, así como por el paso vehicular, dicho impacto será puntual y de corta duración

Impacto ambiental: Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.
Componente y factor ambiental: suelo, calidad
Se considera durante todas las etapas del proyecto la generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, dicho impacto no se considera fijo por lo que de no tener un manejo adecuado de los residuos puede impactar a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Riesgos sanitarios
Componente y factor ambiental: suelo, calidad
Se considera que, durante la etapa de preliminares, así como, durante la construcción, la calidad del suelo se puede ver afectada por defecación u orina al aire libre, lo que implica daños a la salud y contaminación al suelo y agua

Impacto ambiental: Arroyos afectados, mantos freáticos afectados
Componente y factor ambiental: agua, superficial
Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo y uso de combustibles y aceites, pueden ser dispuestos en lugares inadecuados los cuales por medio del arrastre o por accidente pueden ser vertidos de manera accidental en el cruce del río , dicho impacto puede tener afectaciones a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Impacto ambiental: Metros de profundización del agua
Componente y factor ambiental: agua, recarga

Durante la etapa de construcción por las actividades de excavación, armado y colado de estribos y aleros, así como, por la formación y compactación de terraplenes, se crean zonas más impermeables lo cual no permite

la infiltración del agua hasta el acuífero. Incrementado la escorrentía, a nivel de sistema ambiental no tendrá impacto dado que es una actividad puntual.

Impacto ambiental: Contaminación de cuerpos de agua y sedimentación
Componente y factor ambiental: agua, calidad
Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo de materiales de construcción y tierra pueden ser dispuestos de manera accidental en lugares inadecuados como pude ser el cauce del río, contribuyendo a la sedimentación, teniendo un impacto a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Así mismo, las actividades de construcción de la subestructura por la excavación, armado y colado de estribos y aleros, y por el armado y colado de coronas y diafragmas, puede provocar el depósito de material sólido proveniente de dichas actividades sea transportado por la corriente de agua y se sedimente.

Impacto ambiental: Dinámica hidrológica
Componente y factor ambiental: agua, calidad
Derivado de las actividades preliminares, así como, por la construcción del nuevo puente se puede alterar y/o modificación la dinámica hidrológica del río en caso de que no se cumplan las normas técnicas de construcción de proyecto o se interrumpa el flujo de la corriente hídrica por el depósito de material de construcción sobre el cauce del rio, afectando y/o obstaculizando el libre flujo de la corriente hidrológica, el diseño del puente esta basado en los análisis topohidrahulico por lo que en las márgenes del cauce serán construidas los estribos, aunque si bien es un impacto puntual no tendrá repercusión a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos
Componente y factor ambiental: aire, calidad
El uso de maquinaria y equipos que utilizan motores de combustión interna emiten gases contaminantes hacia la atmósfera generando emisiones de CO2, este impacto podría reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que la generación de gases s bien es puntual este tiene movilidad de acuerdo a las condiciones del viento

Impacto ambiental: Emisión de partículas de polvo
Componente y factor ambiental: aire, calidad
Durante la etapa de preliminares, construcción, así como, de mantenimiento se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico por las actividades de excavación, formación y compactación de terraplenes principalmente, dado que en todas las actividades significan movimiento de materiales, este impacto puede reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que el polvo es un agente móvil de acuerdo a las condiciones del viento

Impacto ambiental: Alteración por ruido
Componente y factor ambiental: Ruido, confort sonoro.
Durante todas las etapas por el uso de equipo y maquinaria se emitirán niveles de ruido o presión sonora, pero con un efecto puntual, es decir, se percibirá con el mayor nivel de intensidad en el sitio en el que se ubique la fuente generadora, cuyo nivel de afectación dependerá de la distancia a la que se encuentren.

Este impacto, no sólo tiene repercusión en la salud humana, sino también en la fauna silvestre, por lo que se verá obligada a desplazarse a zonas en donde los niveles de ruido disminuyan hasta un nivel tolerable, este nivel dependerá de la especie de que se trate., por lo que tendrá repercusiones a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Desplazamiento de individuos
Componente y factor ambiental: Fauna, distribución

Durante las actividades de la etapa preliminar, así como, por las actividades de construcción de la subestructura, la generación de ruidos, presencia de personal, maquinaria y vehículos, perturba el hábitat en áreas aledañas al proyecto, por lo tanto, se considera como un impacto indirecto en la distribución actual de la fauna presente en la zona., sobre todo en el grupo de las aves, las cuales tiene mayor presencia y dado la gran movilidad que tienen, se considera que el impacto será a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Afectación a la integridad humana por accidentes
Componente y factor ambiental: población, riesgo
Durante las diferentes etapas del proyecto se requerirá de mano de obra especializada y no especializada, en las cuales al no contar con las medidas de seguridad laboral se generan accidentes de diferente nivel de riesgo.

Impacto ambiental: Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas
Componente y factor ambiental: paisaje, calidad
Durante la etapa de preliminares y construcción como se ha mencionada se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico afectando la visibilidad, así mismo, la emisión de gases contaminantes pudo afectar la visibilidad del entorno inmediato.

Impacto ambiental: Perturbación de la visibilidad
Componente y factor ambiental: paisaje, calidad
Durante la etapa de preliminares y construcción del proyecto la presencia de personal y maquinaria afecta la dinámica del lugar. Este impacto es perceptual y depende desde donde se aprecia el área del proyecto, lo que permite o no la apreciación del fondo escénico.

Finalmente, el impacto que corresponde al componente de la economía, impacta de manera positiva por la generación de empleos debido a que se requiere de mano de obra y finalmente el impacto igual de tipo positivo para el componente población debido a la construcción de infraestructura urbana como bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población.

**Impactos con medidas de mitigación**

A la par de lo anterior el presente estudio presenta las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, las cuales también fueron incluidas en el presente análisis, considerando un escenario en el que las medidas se apliquen de acuerdo con lo que se plantea en capítulos posteriores, los impactos evaluados disminuyen su intensidad, cambiando su significancia a una de menor impacto, lo cual se visualiza en la grafica De acuerdo con la gráfica comparativa se muestra que con la aplicación de medidas se tiene que los impactos “no significativos” pasa de 0 a 83, los “poco significativos” pasan de 0 a 26, los “moderadamente significativos” pasan de 21 a 2, los impactos “significativos” pasan de 63 a 0 y finalmente los muy significativos se reducen de 30 a 3. Podemos decir entonces que el 95 % de los impactos son mitigados y que los impactos que persisten en la categoría de muy significativos con 3 impactos son los impactos que se conocen como residuales.

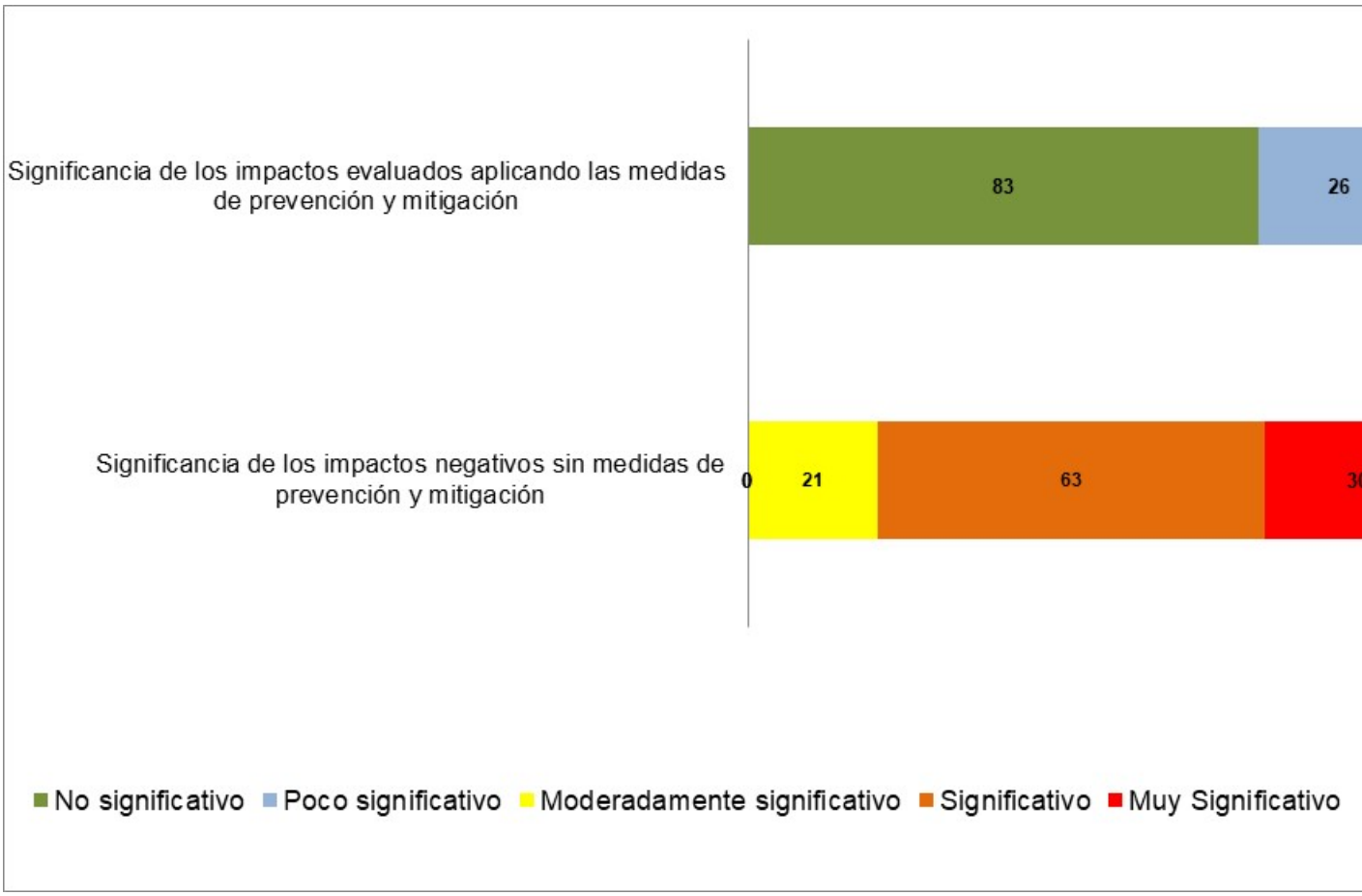



**Imagen 91.- Gráfica comparativa de la significancia de los impactos negativos con y sin aplicación de medidas.**

La eficiencia de las medidas de mitigación se presenta a continuación.

| Impacto | Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación | Significancia de los impactos evaluados aplicando las medidas de prevención y mitigación | Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación % | Significancia de los impactos negativos aplicando las medidas de prevención y mitigación % |
|---|---|---|---|---|
| No significativo | 0 | 83 | 0 | 73 |
| Poco significativo | 0 | 26 | 0 | 23 |
| Moderadamente significativo | 21 | 2 | 18 | 2 |
| Significativo | 63 | 0 | 55 | 0 |
| Muy Significativo | 30 | 3 | 26 | 3 |
| **Total=** | **114** | **114** | **100** | **100** |

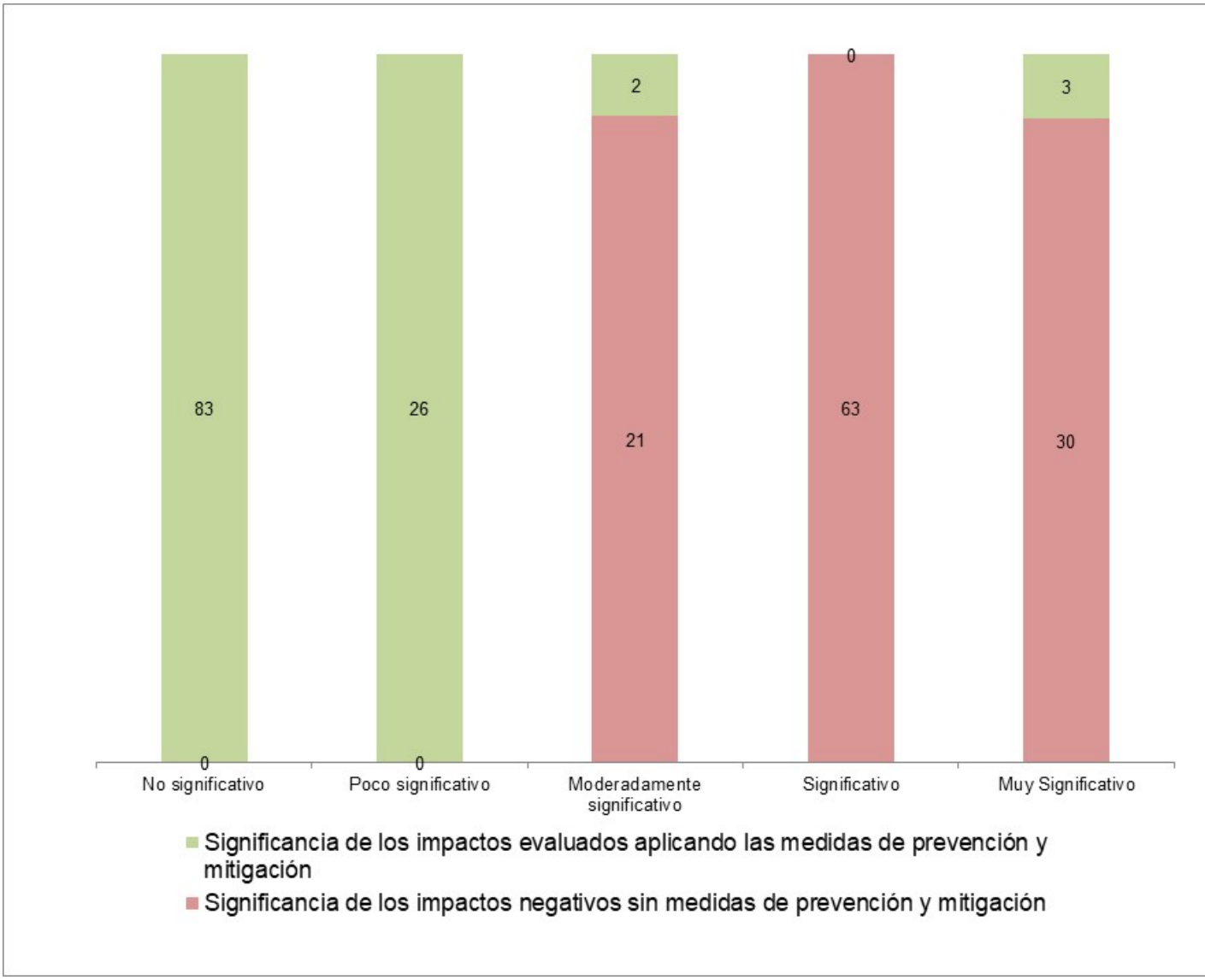



**Imagen 92.- Gráfica de eficiencia de los impactos negativos con y sin aplicación de medidas.**

De acuerdo con el artículo 3°, fracción X, del Reglamento de la LGEEPA define "Impacto ambiental residual: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación". Por lo tanto, los impactos residuales que persisten después de aplicadas las medidas se muestran en la siguiente gráfica, esto de acuerdo con el nivel de significancia tal como se caracteriza a continuación.

De manera puntual en el sitio del proyecto es la Modificación a la morfología en actividades de excavación para desplantes de estribos y formación y compactación de terraplenes es decir las actividades relacionadas a la pérdida del suelo.

En el armado y colado de estribos y aleros, estos se construirán sobre los hombros del cauce del rio, por lo que habrá construir una nueva estructura ajena a las características propias del rio, y que si bien no modificaran el cauce dado que el diseño del puente se basa en un diseño de super estructura y sub estructura

con base a los resultados de los estudios hidrológico, hidráulico y mecánica de suelos , se tendrán que modificar las condiciones del morfología del terreno en los hombros en el sitio puntual de desplante de los estribos y habilitación de los accesos

Por lo anterior es importante proponer medidas de compensación del impacto ambiental.

# VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para efectos del desarrollo del presente numeral, las medidas se clasifican con base en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental (REIA), como:

> **Medidas de prevención**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente;
>
> **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.

Adicionalmente se consideran medidas de compensación, las cuales, de acuerdo con las guías para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental de SEMARNAT, se definen como:

**Medidas de compensación**: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente

## VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

En la siguiente tabla se enlistan las medidas propuestas para el desarrollo del proyecto

**Tabla 40. Listado de Medidas**

| LISTADO DE MEDIDAS |
|---|
| M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo |
| M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias pesada en las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar |
| M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU) |
| M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP) |
| M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) |
| M6. Reforestación |
| M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores |
| M8. Capacitación en materia de concientización ambiental |
| M9. Implementación de señalética en el área del proyecto |
| M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas |
| M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río |
| M12. Delimitación de las zonas de trabajo |
| M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos |
| M14 Ahuyentamiento de fauna |
| M15. Establecer horarios diurnos de trabajo |

M16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral

En la siguiente tabla se enlistan las medidas propuestas para los diferentes impactos identificados en el numeral anterior, mismas que serán descritas posteriormente

**Tabla 41 Listado de medidas por impacto ambiental identificado**

| Componente Ambiental | Factor Ambiental | Impactos | Medida | Etapa del proyecto | Duración de la Medida |
|---|---|---|---|---|---|
| Suelo | Estructura | Estabilidad del Terreno | M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | Erosión del suelo | M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M6. Reforestación | No aplica | 2 años |
| | | Modificación a la morfología del suelo | No cuenta con medidas | | |
| | | Vibraciones | M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias de gran peso, las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar | Preparación del sitio y construcción | 3 meses |
| | Calidad | Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial | M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | Riesgos Sanitarios | M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| Agua | Superficial | Arroyos Afectados | M8. Capacitación en materia de concientización ambiental | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M9. Implementación de señalética en el área del proyecto | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |

| Componente Ambiental | Factor Ambiental | Impactos | Medida | Etapa del proyecto | Duración de la Medida |
|---|---|---|---|---|---|
| | Recarga | Metros de Profundización del agua. | M6. Reforestación | No aplica | 2 años |
| | Calidad | Contaminación de cuerpos de agua | M9. Implementación de señalética en el área del proyecto | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | Sedimentación | M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río | Preparación del sitio y construcción | 6 meses |
| | | Dinámica Hidrológica | M.10 Implementación de señalética en el área del proyecto | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M12. Delimitación de las zonas de trabajo | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| Aire | Calidad | Emisión de gases de combustión | M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | Emisión de partículas (polvos) | M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| Ruido | Confort sonoro | Alteración por ruido | M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |

| Componente Ambiental | Factor Ambiental | Impactos | Medida | Etapa del proyecto | Duración de la Medida |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | M8. Capacitación en materia de concientización ambiental | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M15. Establecer horarios diurnos de trabajo | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| Clima | Estructura | Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | M8. Capacitación en materia de concientización ambiental | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M6. Reforestación | No aplica | 2 años |
| Fauna | Distribución | Desplazamiento de individuos | M12. Delimitación de las zonas de trabajo | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M8. Capacitación en materia de concientización ambiental | Preparación del sitio y construcción | 18 meses |
| | | | M14 Ahuyenta miento, Rescate y reubicación de fauna silvestre | Preparación del sitio y construcción | 1meses |
| Población | Riesgo | Afectación a integridad humana por accidentes | M16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral | Preparación del sitio y construcción | 1meses |
| Paisaje | Calidad | Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas | M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos | Preparación del sitio y construcción | 1meses |
| | | | M6. Reforestación | No aplica | 2 años |
| | Visibilidad | Perturbación de la visibilidad | M6. Reforestación | No aplica | 2 años |

**Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental**

Se presenta a continuación la descripción de las actividades que se pretenden establecer como medidas de prevención, mitigación y/o compensación a los impactos identificados conforme a la evaluación de estos en la evaluación del impacto de este documento.

**Medidas de Prevención**

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias de gran peso, las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar** |
| **Descripción de la medida** | Se instalarán letreros prohibitivos y de precaución de las zonas con riesgo o inestables en la zona de trabajo |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Elegir los sitios adecuados de acuerdo con el tipo de señalamiento a instalar |
| **Indicadores** | Identificación de zonas inestables o con riego<br>Reporte Fotográfico de la instalación de letreros |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores** |
| **Descripción de la medida** | Se instalarán sanitarios portátiles provenientes de renta a una empresa autorizada, a razón de 1 sanitario por cada 15 trabajadores, quedando estrictamente prohibido orinar o defecar al aire libre, directamente sobre el cauce del Rio. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | El correcto funcionamiento de los sanitarios quedará a cargo de la empresa contratada. |
| **Indicador** | Presentar evidencia de la contratación de una empresa responsable de los baños portátiles<br>Presentar evidencia semestral de la limpieza y mantenimiento de dichos sanitarios |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE |

| | |
|---|---|
| | COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| **Medida** | **M8. Capacitación en materia de concientización ambiental** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, se impartirán pláticas de concientización al personal que trabaje en el del proyecto, en relación con la importancia del cuidado de la flora y fauna silvestre circundante y presente en el sitio de trabajo<br>Se notificará sobre la prohibición de la caza, captura y extracción de cualquier ejemplar de flora y fauna silvestre.<br>Se les dará a conocer los planes y programas diseñados para el proyecto y la forma de colaboración del personal. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Las pláticas se realizarán previo al inicio de los trabajos y cada vez que se realice la contratación de nuevo personal y de forma mensual<br>se elaborarán y distribuirán trípticos informativos con el contenido de estas pláticas, en donde se informa como podrán participar en el cumplimiento de las medidas. |
| **Indicador** | Listado de Temas Ambientales<br>Circular firmada por el trabajador donde se da por enterado de las disposiciones ambientales<br>Reporte Fotográfico de las Reuniones de capacitación |
| **Fuente** | • GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ADECUADAS PRÁCTICAS EMPRESARIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL RELACIONADA CON LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental 2014<br>• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE |

| **Medida** | **M9. Implementación de señalética en el área del proyecto** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Se instalará letreros prohibitivos de caza, captura o recolección de especies de fauna silvestre.<br>Se instalarán letreros prohibitivos de recolección de especies de flora silvestre.<br>Letreros indicando los límites de velocidad para los vehículos.<br>Letreros específicos para cada tipo de residuo (orgánicos, papel, plástico, vidrio, etc.), |

| | |
|---|---|
| | Se instalará señalética de seguridad (ubicación de extintores, rutas de evacuación, zonas seguras, zonas peligrosas, entre otros) |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Elegir los sitios adecuados de acuerdo con el tipo de señalamiento a instalar. |
| **Indicador** | Reporte Fotográfico y ubicación de la señalética en el sitio del proyecto |
| **Fuente** | • MANUAL DE VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVICIÓN SOCIAL. MEXICO.<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES<br>• NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar. |

| **Medida** | **M10. Mantener el equipo en condiciones óptimas** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Todo equipo, maquinaria y vehículo que se emplearán para el proyecto, contarán con un programa de mantenimiento preventivo, para constar que su funcionamiento se encuentre dentro de las normas aplicables a vehículos de combustión interna que utilicen diésel o gasolina.<br>El mantenimiento evitará una generación excesiva de contaminantes a la atmósfera, ruido o fugas de aceite, lubricantes o combustible; así mismo, permite una operación más segura evitando accidentes por falla. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | El mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos se realizará en talleres especializados para ello y nunca en el área del proyecto, mismo caso de la verificación vehicular la cual se hará en los centros destinados por la autoridad estatal. |
| **Indicador** | Indicar si el equipo y maquinaria es rentado o propio<br>Presentar listado de equipo y maquinaria a utilizar<br>Presentar Bitácora de Mantenimiento de Maquinaria y equipo<br>Presentar verificación vehicular estatal de los vehículos auto mores a usar en el desarrollo del proyecto |
| **Fuente** | • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES<br>• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE |

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río** |
| **Descripción de la medida** | El supervisor ambiental del proyecto será encargado de vigilar que ningún material producto de la excavación se quede almacenado sobre el cauce del Rio por lo que será retirado de manera inmediata hacia los sitios de disposición final gestionado y autorizados<br>. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | En la Planeación diaria del trabajo establecer un horario de carga, transporte y acarreo de dichos materiales |
| **Indicador** | Bitácora de acarreos y destino final de materiales producto de las excavaciones |
| **Fuente** | • GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ADECUADAS PRÁCTICAS EMPRESARIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL RELACIONADA CON LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental 2014 |

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M12. Delimitación del sitio de trabajo** |
| **Descripción de la medida** | Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto y evitar la afectación de suelos, vegetación o fauna, fuera de las áreas que resulten autorizadas. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Se delimitará con cinta o malla de precaución los sitios de trabajo. |
| **Indicador** | Reporte Fotográfico y ubicación de delimitación del sitio del trabajo |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar. |

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos** |
| **Descripción de la medida** | Se realizará el riego mediante recorridos con carros cisterna por las áreas de trabajo y acceso de terracería existente, de manera frecuente con la finalidad |

| | |
|---|---|
| | de mantener húmedo el suelo y evitar la producción del polvo por la acción del viento. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | El agua que se utilizará en el riego será agua de pipas, la cual será adquirida por proveedores autorizados. |
| **Indicador** | Bitácora de Riegos y reporte fotográfico semestral |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M14. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** |
| **Descripción de la medida** | Previo a la construcción del puente se implementará las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los organismos de fauna silvestre, en especial énfasis en el grupo de las aves. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Se elaborará y ejecutará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre |
| **Indicador** | Programa de<br>Registro de actividades de ahuyentamiento<br>Registro de actividades de rescate y reubicación<br>Número de ejemplares rescatados y reubicados<br>Sitios de reubicación |
| **Fuente:** | • Un camino sustentable. La gestión ambiental de carreteras en México. Grupo SELOME. México.2014<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| | |
|---|---|
| **Medida** | **M15. Horarios Diurnos de Trabajo** |
| **Descripción de la medida** | Se establecerán horarios específicos de trabajo para la realización de las actividades contemplando un horario matutino-vespertino. Procurando que |

| | |
|---|---|
| | estas se realicen en un horario de 8:00 a 18:00 hrs. Los trabajadores deberán utilizar equipo de protección personal. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | La gestión y uso de equipos de protección individual, será vigilado para su correcta implementación por parte del personal técnico. |
| **Indicador** | Bitácora de obra<br>Circular informativa sobre el horario de trabajo |
| **Fuente** | IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS. EFECTOS POR LA CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. QUERETARO 2001 |

| **Medida** | **M 16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, se impartirán pláticas de capacitación al personal que trabaje en el del proyecto, en relación con la importancia del uso del equipo de protección personal y la identificación de actividades y situaciones de riesgo laboral<br>. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Las pláticas se realizarán previo al inicio de los trabajos y cada vez que se realice la contratación de nuevo personal y de forma mensual<br>. |
| **Indicador** | Listado de Temas de seguridad Laboral<br>Circular firmada por el trabajador donde se da por enterado de las disposiciones de seguridad laboral<br>Reporte Fotográfico de las Reuniones de capacitación |
| **Fuente** | MANUAL DE VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVICIÓN SOCIAL. MEXICO. |

**Medidas de Mitigación**

| **Medida** | **M1. Arrope de las márgenes del Río** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Con el material pétreo se arroparán las márgenes del rio, a fin de evitar procesos erosivos que pudieran generar sedimentación, así como estabilizar dichas márgenes |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Indicar el uso del material a utilizar |
| **Indicadores** | Volumen y tipo de material d a ocupar<br>Reporte Fotográfico<br>Reporte Semestral |

| | |
|---|---|
| | |
| **Fuente** | • GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ADECUADAS PRÁCTICAS EMPRESARIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL RELACIONADA CON LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental 2014<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| **Medida** | **M3. Manejo de residuos sólidos urbanos (RSU)** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | - Desde la preparación del sitio hasta la entrada en operación del puente vehicular, se contará con un plan de manejo de residuos sólidos urbanos, el cual incluye desde la instalación de contenedores específicos para cada tipo de residuo (orgánicos, papel, plástico, vidrio, etc.), hasta su almacenamiento y disposición final en los sitios que para ello tenga contemplado el municipio.<br>- En ningún caso los contenedores deberán rebasar el 80% de su capacidad de almacenamiento, por lo que deberá contarse con un estricto sistema de recolección de residuos y su traslado al almacén temporal hasta su disposición final en el relleno sanitario del municipio<br>- Queda estrictamente prohibido quemar cualquier tipo de residuo. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | Dada la competencia municipal para el tratamiento de los RSU, el proyecto se apegará a las disposiciones establecidas por el municipio de Huajuapan de León |
| **Indicadores** | Plan de Manejo de Residuos Sólidos urbanos<br>Bitácora de generación de residuos solidos<br>Evidencia de destino final de los residuos<br>Reporte Fotográfico<br>Reporte Semestral |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| Medida | **M4. Manejo de residuos de manejo especial (RME)** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Dado que se demolerá el puente existente, se generarán residuos de construcción de concreto simple, concreto armado, varillas, y estructuras de acero por lo que en apego a la normatividad Estatal se elaborara y se llevara cabo la Ejecución de un plan de residuos de manejo especial, |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | El traslado de los residuos se realizará mediante camiones tipo volteo y se hará de forma inmediata a su generación, no se permitirá su almacenamiento en el área del proyecto. |
| **Indicador** | Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial<br>Bitácora de generación de Manejo Especial<br>Evidencia de destino final de los residuos<br>Reporte Fotográfico<br>Reporte Semestral |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

| Medida | **M5. Manejo de Residuos peligrosos (RP)** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Se realizará y ejecutara un Plan de manejo de Residuos peligrosos que pudieran generarse durante la construcción del proyecto, por lo cual la contratista deberá de darse de alta como generador de residuos peligroso |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | El manejo de RP se realizará conforme a lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento. |
| **Indicador** | Alta de micro generador de residuos peligrosos<br>Plan de Manejo de Residuos Peligrosos<br>Bitácora de generación de residuos peligros<br>Evidencia de destino final de los residuos con empresa autorizada<br>Reporte Fotográfico<br>Reporte Semestral |
| **Fuente** | • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE<br>• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN |

| | |
|---|---|
| | GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES |

**Medidas de Compensación**

| **Medida** | **M6. Reforestación** |
|---|---|
| **Descripción de la medida** | Se elaborará un Programa de reforestación, en una superficie de 0.5 ha, con especies nativas de la región y de importancia biológica, preferentemente en un sitio ubicado dentro del sistema Ambiental, con la finalidad de compensar los impactos residuales. |
| **Especificaciones para la operación y mantenimiento** | El programa de reforestación incluirá las coordenadas del polígono de reforestación, especies a emplear, así como la metodología de reforestación y acciones que aseguren su permanencia a largo plazo, esta actividad tendrá por objetivo:<br>Generar las condiciones en cuanto a mejorar la infiltración y disminuir la escorrentía y con esto se logre recuperar dicha recarga hídrica.<br>Establecer una superficie arbolada que pueda establecer los servicios ambientales que se perderán por los cambios de uso del suelo del proyecto.<br>Permitir la captación de CO2.<br><br>El programa de reforestación contemplará la plantación de especies de la región (*Pinus teocote*), de acuerdo con los analizados realizados, en cuanto a la composición florística y las abundancias de las especies que se distribuyen en el SA. |
| **Indicador** | Programa de reforestación<br>Evidencia Fotográfica<br>Supervivencia del 80% de la Planta<br>Reporte Anual |
| **Fuente:** | Manual básico. Prácticas de Reforestación. CONAFOR. México 2010 |

**VI.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación señaladas, así como, las que la autoridad competente disponga pertinentes, se realizará su seguimiento y control continuo a través de auditorías internas, así como, por empresas externas; por otra parte, las empresas colaboradoras, a través de los compromisos contractuales pactados con el Promovente, se comprometen al estricto cumplimiento de la normativa y especificaciones aplicables a la protección ambiental durante su participación en el Proyecto.

**Objetivo general**:
Garantizar la aplicación de las medidas de prevención y/o mitigaciones propuestas para el Proyecto.
**Objetivos particulares:**

- Reducir y mitigar las emisiones a la atmosfera (CO2), así como, la generación de ruido durante la ejecución del Proyecto.

- Mitigar o prevenir las emisiones de partículas (polvos).
- Promover con el personal involucrado el cumplimiento y la colaboración con la ejecución de los programas de recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y los residuos peligrosos que deriven de las actividades del Proyecto.
- Establecer medidas y calendarización de pláticas y/o cursos, asesorías para preparación, formación y actualización del personal, en materia ambiental y de seguridad.
- Vigilar la calidad del sistema ambiental del Proyecto, implementando los programas que permitan dar supervisión y control a las medidas de prevención y/o mitigación, así como a los instrumentos de ordenación, conservación, normas y leyes que en materia ambiental se mantengan vigentes al Proyecto.

Para lo cual, el Promovente ha desarrollado programas de control y seguimiento por impacto, los cuales se describen a continuación.

**PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y POLVOS**

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de actividades de mantenimiento de las unidades que funcionan con motor de combustión interna, con el fin de reducir las emisiones a la atmósfera, principalmente los que tienden a convertirse en ozono ($O_3$), aumentando su cantidad en la atmósfera.

También, se observan las medidas de mitigación a aplicar durante la primera y segunda etapa del Proyecto, para el control de polvos generados.

Tabla 42.-Programa de control de emisiones a la atmósfera y polvos.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Reducir y mitigar las emisiones atmosféricas, así como el polvo que se genere durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Emisión de gases de combustión interna<br><br>Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | **M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas**<br>Se deberá de contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto a fin de constatar que su funcionamiento este dentro de las normas oficiales aplicables para vehículos de combustión interna que utilicen diésel y/o gasolina**.** | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra.<br><br>Cumplir con los lineamientos que marcan las siguientes normas:<br>NOM-041-SEMARNAT.2015 Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.<br>NOM-045-SEMARNAT-2006 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.<br>NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.- Contaminación atmosférica especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los |
| Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática | **M8. Capacitación en materia de concientización ambiental**<br>Generar una cultura de protección ambiental y cuidado del medio al personal que labore en el proyecto | | | |
| | **M6. Reforestación**<br>**Ver programa de compensación** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.<br>Bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto |

| **Objetivo del programa** | **Reducir y mitigar las emisiones atmosféricas, así como el polvo que se genere durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Emisión de partículas (polvo) | **M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos**<br>Deberán realizarse riegos periódicos a fin de disminuir la generación de polvos | 1ª Etapa<br>Preliminares y 2ª Etapa<br>Construcción | Bitácoras de registro de los riegos realizados.<br>Supervisión ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto.<br>Los costos dependerán de los precios que se manejen en el mercado en el momento de ejecución. | Registro de las actividades de riego, respaldadas con imágenes fotográficas.<br><br>Supervisión ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto. |

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RUIDOS**

**Tabla 43.-- Programa de prevención de ruido**

| **Objetivo del programa** | **Reducir y mitigar las emisiones de ruido que se generen durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| **Alteración por ruido.** | **.M15. Establecer horarios diurnos de trabajo**<br>Se establecerán horarios diurnos de trabajo. | 1ª Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental.<br>Bitácora de registro de horarios de trabajo<br>Circular informativa a los trabajadores sobre los horarios laborales | Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra.<br>Cumplir con los lineamientos que marcan las siguientes normas:<br>NOM-080-SEMARNAT-1994.<br>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. |
| | **M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto**<br>Establecer señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto | | | |
| | **M8. Capacitación en materia de concientización ambiental**<br>Generar una cultura de protección ambiental y cuidado del medio al personal que labore en el proyecto | | | |
| | **M10. Mantener el equipo y maquinaria en óptimas condiciones**<br>Se deberá de contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto a fin de constatar que su funcionamiento | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Reducir y mitigar las emisiones de ruido que se generen durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | este dentro de las normas oficiales aplicables para vehículos de combustión interna que utilicen diésel y/o gasolina**.** | | | |

**PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCION DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE SUELO**

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de acciones de prevención y mitigación de los impactos que se generen al componente suelo por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

**Tabla 44.- PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE SUELO**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Reducir el impacto al componente edáfico en el desarrollo del proyecto** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| **Riesgos sanitarios** | **M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores**<br>Se contratarán sanitarios portátiles, un sanitario por cada quince trabajadores. | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Contratación de empresas de renta de baños portátiles. | • Informe de cumplimiento<br>• Evidencia fotográfica<br>• Cumplimiento en un 100 % |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Reducir el impacto al componente edáfico en el desarrollo del proyecto** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| **Vibraciones** | **M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias de gran peso, las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar.**<br><br>Se instalarán letreros prohibitivos y de precaución de las zonas con riesgo o inestables en la zona de trabajo<br><br>Se deberá de considerar todas las recomendaciones hechas en los estudios de geotecnia y estudios de socavación realizados para el proyecto. | 2ª Etapa Construcción | Personal especializado y con el conocimiento para la supervisión y seguimiento ambiental de las actividades. | Identificación de zonas inestables o con riego<br><br>**Reporte Fotográfico de la instalación de letreros** |
| **Estabilidad del terreno**<br><br>**Erosión del suelo** | **M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo**<br>Con el material pétreo se arroparán las márgenes del rio, a fin de evitar procesos erosivos que pudieran generar sedimentación, así como estabilizar dichas márgenes | **Preparación del sitio y construcción** | Personal especializado y con el conocimiento para la supervisión y seguimiento ambiental de las actividades. | Volumen y tipo de material d a ocupar<br>Reporte Fotográfico<br>Reporte Semestral |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Reducir el impacto al componente edáfico en el desarrollo del proyecto** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra<br>Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | **M6. Reforestación<br>Ver programa de compensación** | | | |

**PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCION DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE FAUNA**

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de acciones de prevención y mitigación de los impactos que se generen al componente fauna por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, sobre todo al grupo de las aves dado que son las que tienen tiene mayor presencia en e sitio del proyecto, dado que ya presenta signos de impacto, por el propio camino que conduce a las localidades cercanas como el uso de suelo agrícola presente en el sitio del proyecto

**Tabla 45.- PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE FAUNA**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Reducir el impacto al componente fauna en el desarrollo del proyecto** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares y construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| **Desplazamiento de individuos** | **M14 Ahuyenta miento, Rescate y reubicación de fauna silvestre**<br>Realizar la limpieza del sitio de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar la mortalidad incidental de la fauna.<br><br>Se realizarán acciones de ahuyentamiento de las aves antes del inicio de las actividades<br><br>**M12. Delimitación de las zonas de trabajo**<br>Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto y evitar la afectación de suelos, vegetación o fauna, fuera de las áreas que resulten autorizadas. | 1ª Etapa<br>Preliminares | Personal especializado y con el conocimiento para realizar las actividades de ahuyentamiento.<br><br>Equipo especializado para actividades de ahuyentamiento. | Informe realizado por el especialista en fauna.<br><br>Evidencia fotográfica.<br><br>El grado de cumplimiento será del 100 % al no tener registros especímenes muertos. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto**<br>Establecer señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto | | | |
| | **M8. Capacitación en materia de concientización ambiental**<br>Generar una cultura de protección ambiental y cuidado del medio al personal que labore en el proyecto | | | |

**PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCION DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE AGUA**

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de acciones de prevención y mitigación de los impactos que se generen al componente agua por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, esto dado que el puente a construir es una estructura que se construirá sobre el cauce de río, de ahí la importancia de aplicar dichas medidas y que los impactos mitiguen el daño que pudiese generarse al cuerpo de agua

**Tabla 46.- PROGRAMA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DIRIGIDAS AL COMPONENTE AGUA**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Arroyos Afectados | **M8. Capacitación en materia de concientización ambiental**<br>Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente. | Preparación del sito y construcción | -Especialista para dirigir y organizar cursos teóricos y talleres<br>-Material didáctico<br>-Catálogos de fotos sobre la flora y la fauna de la región<br>-Instalaciones para llevar a cabo las capacitaciones | Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores.<br><br>Evidencia fotográfica<br><br>Grado de cumplimiento del 100% |
| | **M9. Implementación de señalética en el área del proyecto**<br>Establecer señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto | 1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | |
| Metros de profundización del agua | **M6. Reforestación**<br>Ver medidas de compensación | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Contaminación de cuerpos de agua | **M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores**<br>Se contratarán sanitarios portátiles, un sanitario por cada quince trabajadores. | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Contratación de empresas de renta de baños portátiles. | • Informe de cumplimiento<br>• Evidencia fotográfica<br>Cumplimiento en un 100 % |
| | **M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas**<br>Se deberá de contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto a fin de constatar que su funcionamiento este dentro de las normas oficiales aplicables para vehículos de combustión interna que utilicen diésel y/o gasolina**.** | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra.<br>• Informe de cumplimiento<br>• Evidencia fotográfica<br>Cumplimiento en un 100 |
| Sedimentación | **M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río**<br>El supervisor ambiental del proyecto será encargado de vigilar que ningún material producto de la excavación se quede almacenado sobre el cauce del Rio por lo que será retirado de | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | **En la Planeación diaria del trabajo establecer un horario de carga, transporte y acarreo de dichos materiales** | **Bitácora de acarreos y destino final de materiales producto de las excavaciones**<br>• Informe de cumplimiento<br>• Evidencia fotográfica<br>Cumplimiento en un 100 % |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | manera inmediata hacia los sitios de disposición final gestionado y autorizados<br><br>. | | | |
| Dinámica hidrológica | **M.10 Implementación de señalética en el área del proyecto**<br>Establecer señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra.<br>• Informe de cumplimiento<br>• Evidencia fotográfica<br>Cumplimiento en un 100 |
| | **M12. Delimitación de las zonas de trabajo**<br>Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto | | | |
| | **M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)**<br>Ver el apartado correspondiente | | | |

**PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

En el presente programa, se establecen los criterios mínimos para el manejo de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos generados por la ejecución del Proyecto, así como las acciones tanto administrativas como de supervisión y evaluación para realizar un manejo adecuado, a fin de disminuir riesgos a la salud, a través de un manejo integral, una adecuada clasificación y disposición final.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, para el plan se contempla la separación general por tipo de residuo, según las siguientes definiciones:

- Residuos sólidos Urbanos (RSU): Son los que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de los establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.
- Residuos de manejo especial (RME): son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
- 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, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

**Tabla 47.- Programa de manejo integral de residuos.**

| **Objetivo del programa** | **Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Contaminación por residuos peligrosos (RP). | **M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP)**<br>• Implementar plan de manejo de residuos peligrosos en relación con la NOM-052-SEMARNAT-2005.<br>• Mantenimiento y afinación del equipo y a vehículos que intervengan para evitar fugas de combustibles y lubricantes en talleres especializados<br>• Mantenimiento preventivo y constante de la maquinaria y equipo.<br>• En el sitio del proyecto se contará con un kit antiderrame para que, en caso de una contingencia, el manejo de dicho residuo se realizará de acuerdo con la normatividad en la materia. | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Personal capacitado para brindar la formación al personal designado.<br><br>Registro de las pláticas de formación aplicada a los empleados en las dos etapas mencionadas.<br><br>Un kit antiderrame, el cual consiste en materiales de contención, material absorbente, baldes y bolsas, en buen estado para la atención de eventuales derrames.<br><br>*La empresa colaboradora deberá cumplir con:<br>•Inscripción como generador de residuos peligrosos.<br>•Almacén temporal de residuos peligrosos.<br>•Contratación de una empresa autorizada por la SEMARNAT para el | Supervisión y seguimiento ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto.<br><br>Personal capacitado para el adecuado manejo de los residuos peligrosos generados.<br><br>Aplicación de las especificaciones en las normas ambientales vigentes en el país:<br>• Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.<br>• Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.<br>• Cumplir con los lineamientos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y: |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | | | transporte, recolección, disposición final o reciclaje de los residuos peligrosos generados.<br>Todo lo anterior en caso de que el supervisor corrobore la generación de residuos peligrosos.<br><br>Bitácoras de registro de la cantidad de residuos peligrosos generados, así como las entradas y salidas del almacén temporal (en caso de que se generen los RP)<br><br>*En caso de ser necesario y que dichos residuos sean generados. | • • NOM-052-SEMARNAT-2005: que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos.<br><br>Cumplir con los lineamientos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y:<br>•Lo establecido en los artículos 16, 40, 42, 43, 45, 55 y 56 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.<br><br>Para la elaboración de las bitácoras seguir lo indicado en la fracción I del art. 71, artículo 46, 75, 129, 130, del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Contaminación por residuos de manejo especial | **M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)**<br>Se realizará el acopio temporal de los RME en un lugar adecuado dentro de la poligonal del proyecto para su posterior traslado al destino final donde disponga la autoridad Municipal.<br><br>Se fomentará el reciclaje de materiales como el acero, lamina, madera, etc. | 1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción | Supervisión y seguimiento ambiental de la aplicación de las medidas propuestas en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto.<br><br>Realizar el trámite a través de la secretaría para la disposición final de los residuos generados o en su caso la contratación de una empresa autorizada para la recolección, el transporte y la disposición final. | Realizar el trámite a través de la secretaría para la disposición final de los residuos generados o en su caso la contratación de una empresa autorizada para la recolección, el transporte y la disposición final. |
| **Contaminación por residuos sólidos urbanos** | **M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU)**<br>• Gestión y manejo integral de residuos mediante contenedores diferenciados mediante la representación gráfica para cada residuo.<br>• La iconografía para la identificación gráfica de los RSU debe seguir los lineamientos de | 1ª Etapa Preliminares, 2ª Etapa Construcción (18 meses) y 3ª etapa de operación y mantenimiento (toda la vida útil del proyecto. | Personal capacitado para brindar la formación al personal designado.<br><br>Registro de las pláticas de formación aplicada a los empleados.<br><br>Contenedores para almacenamiento de RSU señalizados con la iconografía correspondiente. | Supervisión y seguimiento ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto.<br><br>Aplicación de las especificaciones en las normas ambientales vigentes en el país: |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preliminares, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | la guía propuesta por SEMARNAT: | | Señalamiento preventivo para evitar el desecho de residuos fuera de los sitios correspondientes.<br><br>Centros de acopio para destino final de los residuos o sitio en donde la autoridad disponga. | • Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.<br><br>Reportes mensuales de los volúmenes generados de RSU, así como, el comprobante de su destino final a centros de acopio. |

**PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

El programa consiste en las medidas de compensación de los impactos ambientales que no pueden ser mitigados por las acciones propuestas.

**Tabla 48.- PROGRAMA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DIRIGIDAS AL COMPONENTE AGUA, SUELO Y CLIMA.**

| **Objetivo del programa** | **Compensar la superficie de vegetación eliminada, la erosión provocada y la disminución de la recarga hídrica.** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Etapa del Proyecto:** | **Construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de compensación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Erosión del suelo<br><br>Modificación de la morfología del suelo<br><br>Incremento de los contaminantes responsables de la alteración climática.<br><br>Metros de profundización de agua | **M6. Reforestación**<br><br>Se elaborará un Programa de reforestación, en una superficie de 0.5 ha, con especies nativas de la región y de importancia biológica, preferentemente en un sitio ubicado dentro del sistema Ambiental, con la finalidad de compensar los impactos residuales<br><br>El programa de reforestación contemplará la plantación de especies de la región.<br>esta actividad tendrá por objetivo:<br>Generar las condiciones en cuanto a mejorar la infiltración y disminuir la escorrentía y con esto se logre recuperar dicha recarga hídrica.<br>Establecer una superficie arbolada que pueda establecer los servicios | Preliminares y Construcción.<br><br>Las actividades de reforestación y su seguimiento serán mínimo de 3 años | Especialista encargado de ejecutar las actividades de reforestación del programa de reforestación.<br><br>Terreno para reforestar.<br><br>Plántulas para la reforestación.<br><br>Herramientas para llevar a cabo a la reforestación. | Entrega de informes de cumplimiento de la reforestación y actividades de seguimiento.<br><br>Evidencia fotográfica.<br><br>Grado de cumplimiento al 100 % |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Compensar la superficie de vegetación eliminada, la erosión provocada y la disminución de la recarga hídrica.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Construcción** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de compensación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas<br>Perturbación de la visibilidad | ambientales que se perderán por los cambios de uso del suelo del proyecto.<br>Permitir la captación de CO2. | | | |

**PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD LABORAL**

El programa consiste en las medidas generales de educación ambiental que son aplicables a todo el personal operativo y administrativo del proyecto y va enfocado a realizar acciones que permitan la protección ambiental y seguridad laboral.

**Tabla 49.-PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**

| **Objetivo del programa** | **Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| Impacto general a los componentes del medio. | **M8. Capacitación en materia de concientización ambiental**<br>Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente. | Preparación del sito y construcción | -Especialista para dirigir y organizar cursos teóricos y talleres<br>-Material didáctico<br>-Catálogos de fotos sobre la flora y la fauna de la región<br>-Instalaciones para llevar a cabo las capacitaciones | Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores.<br><br>Evidencia fotográfica<br><br>Grado de cumplimiento del 100% |
| | **M9. Implementación de señalética en el área del proyecto**<br>Establecer una señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto<br>Se instalará letreros prohibitivos de caza, captura o recolección de especies de fauna silvestre.<br>Se instalarán letreros prohibitivos de recolección de especies de flora silvestre. | 1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores.<br><br>Evidencia fotográfica<br><br>Grado de cumplimiento del 100% |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | Letreros indicando los límites de velocidad para los vehículos.<br>Letreros específicos para cada tipo de residuo (orgánicos, papel, plástico, vidrio, etc.),<br>Se instalará señalética de seguridad (ubicación de extintores, rutas de evacuación, zonas seguras, zonas peligrosas, entre otros) | | | |
| | **M12. Delimitación de las zonas de trabajo**<br>Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto y evitar la afectación de suelos, vegetación o fauna, fuera de las áreas que resulten autorizadas | 1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores.<br><br>Evidencia fotográfica<br><br>Grado de cumplimiento del 100% |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivo del programa** | **Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.** | | | |
| **Etapa del Proyecto:** | **Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.** | | | |
| **Responsable de ejecución:** | **Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora** | | **Responsable de supervisión:** | **Gestor de obra**<br>**Encargado empresa colaboradora** |
| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención y/o mitigación** | **Etapa/Actividad y duración** | **Recursos necesarios** | **Supervisión y grado de cumplimiento** |
| | **M16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral**<br>Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, se impartirán pláticas de capacitación al personal que trabaje en el del proyecto, en relación con la importancia del uso del equipo de protección personal y la identificación de actividades y situaciones de riesgo laboral | 1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción | Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto.<br><br>Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución. | Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores.<br><br>Evidencia fotográfica<br><br>Grado de cumplimiento del 100% |

# CAPÍTULO VII: PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Con el apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados anteriores, se realiza una proyección en el presente numeral, a través de la descripción y análisis del escenario sin la implementación del proyecto, con proyecto y considerando las medidas de prevención y mitigación propuestas.

La poligonal que conforma el sistema ambiental corresponde a una descripción en conjunto de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que interactúan en el espacio geográfico del proyecto.

## VII.1.- ESCENARIO ACTUAL

Los organismos interactúan con su medio ambiente dentro del contexto del ecosistema. El ecosistema contiene partes que interactúan formando una unidad. En general, el ecosistema consiste en dos componentes básicos interrelacionados: la parte biótica y la abiótica (Smith y Smith, 2001).

Para el presente estudio se delimito el sistema ambiental, siendo esta la unidad de estudio, el cual posee una superficie de 853.07 hectáreas y del cual, se caracterizaron y analizaron, los aspectos, bióticos y abióticos.

A continuación, se muestra dicha caracterización, en la cual se muestran, las características de la superficie de la poligonal que delimita al sistema ambiental y el proyecto.

**Tabla 50.-Caracterización del SA y proyecto**

| Componentes | Descripción | |
|---|---|---|
| | SA | Proyecto |
| Clima | En cuanto a los climas que se presentan en el sistema ambiental y zona del proyecto es de tipo semicálido húmedo y cálido húmedo. Los climas semicálidos húmedos La temperatura media anual es mayor de 18.0ºC y la del mes más frío, entre -3. 0º y 18.0ºC, aunque hay algunas estaciones donde esta última supera los 18.0ºC; la precipitación total anual va de 2 500 a poco más de 5 000 mm, de tal forma que en esta zona se encuentra una de las áreas más lluviosas del país. Los climas cálidos los caracterizan temperaturas medias anuales de 22. 0º a 30.0ºC y temperaturas medias mensuales en los meses más fríos por arriba de los 18.0ºC; la precipitación total anual varía desde 700 hasta 5 000 mm. La combinación de esos dos elementos (temperatura y precipitación) origina el predominio de climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano (29.80%), en sus tres rangos de humedad; seguidos por los cálidos húmedos con abundantes lluvias en verano (12.71%) y los cálidos húmedos con lluvias todo el año (4.24%). | |
| Geología y Fisiografía | Respecto a la fisiografía el sistema ambiental y la zona del proyecto estos se ubican en la Provincia Fisiográfica “sierra madre del sur”, en la subprovincia “Sierras Orientales”. La provincia Sierra Madre del Sur, Se extiende más o menos paralela a la costa del Océano Pacífico, desde punta de Mita en Nayarit hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. Tiene una longitud aproximada de 1 200 km y un ancho medio de 100 km. Es considerada la región más compleja y menos conocida del país, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de Cocos. El mayor sistema fluvial es el del río Balsas, con su afluente en el occidente, | |

**Tabla 50.-Caracterización del SA y proyecto**

| Componentes | Descripción | |
|---|---|---|
| | SA | Proyecto |
| | el río Tepalcatepec. En el extremo oriente se originan importantes tributarios del Papaloapan (uno de los más notables sistemas hidrológicos del país) y del Tehuantepec. En la vertiente sur de la provincia, desde el río Tomatlán en el oeste, baja un buen número de ríos cortos al Océano Pacífico; pocos de éstos, como el Armería, el Coahuayana y el Papagayo, nacen al norte de la divisoria de las sierras costeras; el mayor de ellos es el Atoyac (Verde en su tramo final) que desciende desde los Valles Centrales de Oaxaca.<br><br>La subprovincia sierras orientales, forma el extremo oriental de la provincia Sierra Madre del Sur y comprende parte de los estados de Puebla, Veracruz-Llave y Oaxaca; se extiende en dirección noroeste-sureste desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta las proximidades de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, de donde se prolonga hacia el occidente a la población de Santa María Ozolotepec; es por tanto la parte sur la que está orientada en conformidad con los principales lineamientos estructurales de la provincia. Corresponde a la zona conocida regionalmente como Sierra Madre de Oaxaca, designada así porque gran parte se encuentra dentro de la entidad federativa mencionada. | |
| | La estructura geológica del Sistema Ambiental se localiza en rocas metamórficas del tipo esquistos K(E) de la era Mesozoica e ígnea intrusiva tipo granito de la era Mesozoica y para el caso del área del proyecto se presentan rocas ígneas intrusivas de tipo granito de la era mesozoica K(Gr). | |
| Suelo | El tipo de suelo presente en el sistema ambiental y sitio de construcción del puente, de acuerdo con la información contenida en los datos temáticos escala 1:250,000, corresponde Acrisol húmico, Regosol districo y Litosol de textura media.<br><br>Los acrisoles son suelos que presentan como características principales un horizonte B argílico y saturación de bases menor de 35%, al menos en alguna parte del horizonte B. Los acrisoles húmicos se caracterizan por tener 1.5% o más de materia orgánica en la parte superior del horizonte B y/o un contenido de materia orgánica en la fracción fina del suelo de 1.35% a una profundidad de 100 cm, excepto el horizonte 0, si está presente. El horizonte A presenta textura desde migajón arenoso hasta migajón arcilloso, mientras que el horizonte B varía de migajón arcilloso hasta arcilla. El color es gris muy oscuro hasta negro en el horizonte A y pardo a rojo amarillento en el horizonte B. Los contenidos de materia orgánica fluctúan de ricos a extremadamente ricos (4.3- 10.3%) y los pH´s de muy fuertemente ácidos a extremadamente ácidos. La capacidad de intercambio catiónico tiene una variación de moderada a alta en la superficie y baja a moderada en los horizontes más profundos. La saturación de bases en general es baja en la superficie y baja a muy baja en los horizontes profundos, con cantidades moderadas a muy bajas de sodio intercambiable (0.5-0.01 meq/100 g), de potasio muy bajas a bajas (0.1-0.5 meq/100 g), bajas a moderadas de calcico (0.35.6 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.4-2.2 me/100 g).<br><br>Los regosoles se caracterizan por presentar un horizonte A ócrico, o bien, un horizonte gléyico a más de 50 cm de profundidad. Cuando la textura es arenosa, estos suelos carecen de láminas | |

**Tabla 50.-Caracterización del SA y proyecto**

| Componentes | Descripción | |
|---|---|---|
| | SA | Proyecto |
| | de acumulación de arcilla, así como de indicios del horizonte cámbico u óxico. No están formados de materiales producto de la intensa remoción del horizonte superior, en solución o suspención. Los regosoles dístricos se caracterizan por tener saturación de bases menor de 50%, al menos en alguna parte del suelo entre 20 y 50 cm de profundidad. Las texturas que tienen sus horizontes son de arenas migajosas, migajones arenosos, migajones arcillosos y arcillas. Los colores que muestran en húmedo son pardos grisáceos, a veces muy pálidos, o pardo amarillento, amarillo rojizo o gris muy oscuro. Los pH´s varían de muy fuertemente ácidos a ligeramente ácidos (4.4-6.5). Los contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial van desde pobres a extremadamente ricos (1.2-6.8%). De acuerdo con la variación textural, la capacidad de intercambio catiónico fluctúa de baja a alta, mientras que el complejo de intercambio se encuentra saturado en grado bajo a moderado con cantidades muy bajas de sodio, muy bajas a bajas de potasio, muy bajas a moderadas de calcio y bajas a altas de magnesio.<br><br>Los litosoles, son suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente. La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico. Tienen variaciones de texturas gruesas (arena migajosa), medias (migajón arenoso, franca, migajón arcilloso) hasta finas (arcilla), por lo cual el drenaje interno varía de rápido a lento. Los colores que muestran son pardo oscuro, pardo grisáceo oscuro y negro, y los contenidos de materia orgánica van de moderados a extremadamente ricos (2.0-10.3%). La capacidad de intercambio catiónico está entre baja y muy alta y el pH fluctúa de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.1- 7.4). El complejo de intercambio se encuentra saturado con cantidades muy bajas de sodio (0.1 meq/100 g), bajas de potasio (0.2-0-4 meq/100 g), moderadas a muy altas de calcio (5.6-30.0 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.5-2.8 meq/100 g). | |
| Agua (hidrología) | Con lo que respecta a la hidrología, sistema ambiental y la zona del proyecto, la cuenca río Coatzacoalcos, subcuenca Río Ixcuintepec en la región hidrológica RH-29: Coatzacoalcos. Esta cuenca se encuentra entre dos zonas frecuentemente afectadas por huracanes, la primera corresponde al Golfo de Tehuantepec, reconocida como una importante zona generadora de tormentas tropicales y huracanes, la segunda es la porción suroeste del Golfo de México, periódicamente sometida a fuertes vientos e intensas lluvias. En promedio la precipitación total anual en la cuenca alcanza los 2 090 mm, que significan un volumen de 20 711.9 Mm3, el porcentaje de escurrimiento es de 30.4, que representa 6 292.6 Mm3. Las zonas con escorrentía mayor del 30% ocupan la mayor extensión, los factores dominantes son la baja permeabilidad del terreno y los registros de precipitación que caen dentro del intervalo de 1 500 a 3 000 mm; en estas zonas la densidad de la cubierta vegetal es media para algunos casos y densa para la mayoría de la región; debido al elevado porcentaje de escurrimiento en la cuenca, se genera una compleja red hidrográfica de tipo dendrítico que confluye en los ríos Jaltepec, Sarabia, El Corte y Uxpanapa. | |

**Tabla 50.-Caracterización del SA y proyecto**

| Componentes | Descripción | |
|---|---|---|
| | SA | Proyecto |
| Usos de la Tierra | El soporte abiótico es la influencia ecológica externa para la base biótica, por lo tanto, y de acuerdo con lo descrito con anterioridad en el capítulo IV, para el área del proyecto se observó la presencia de sistemas manejados por el hombre, los cuales constituyen los usos de suelo a partir de la modificación de la cobertura vegetal, en este caso es uso de suelo de tipo agrícola, de acuerdo con el INEGI, 2017.<br><br>De lo anterior en el área del proyecto se tiene uso de suelo agrícola nómada, la ocupación del terreno dura de uno a tres años y posteriormente se deja de utilizar. Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información para el INEGI y en cierta forma virtual dado el pequeño tamaño de las parcelas y que forman un mosaico complejo con la vegetación aledaña.<br><br>Es importante hacer mención que la cobertura vegetal en la zona del proyecto está compuesta por especies ruderales y arvenses, en específico por cultivos de maíz, platanares, pastos y abarcando gran superficie del suelo el helecho *Pteridium arachnoideum,* el género Pteridium es considerado como maleza a nivel mundial, la cual se distribuye desde México hasta Uruguay dentro de un amplio intervalo altitudinal, donde crece en áreas abiertas y perturbadas (Mickel y Smith, 2004). *Pteridum* puede crecer en un amplio intervalo de condiciones lumínicas a las cuales se adapta con su morfología, textura y densidad de las hojas (Conway y Stephens, 1957; Pitman y Pitman, 1986), pero se desarrolla mejor en condiciones de pleno sol. Sus hojas poseen una cutícula muy gruesa que le confiere un eficiente control sobre la transpiración del agua (Pakeman y Marrs, 1992) y una alta capacidad de crecer vigorosamente en áreas abiertas con alta intensidad de lumínica (Roberts, 1986). Las hojas forman matorrales muy densos de 1.5 a 3 m de altura, privando de la luz a las plantas que crecen bajo su follaje, debilitándolas y matándolas. Una vez que *Pteridium* ha colonizado un área conserva su dominancia por una alta producción de hojas y la acumulación de capas gruesas de su hojarasca que impiden el establecimiento de otras especies colonizadoras.<br><br>Se estima que este helecho puede producir hasta 1500 yemas/m2 y sobrevivir a cortes anuales repetidos por más de 20 años (Le Duc et al., 2007). El continuo crecimiento del rizoma le permite formar clones de gran tamaño que llegan a dominar el paisaje durante cientos de años (Marrs y Watt, 2006). Se estima que algunos clones rizomatosos actualmente vivos pueden superar los 120 m de diámetro y tener hasta 1000 años de antigüedad (Oinonen, 1967; Page, 1976; Sheffield et al., 1989). Por todo lo mencionado anteriormente, este helecho puede ser una amenaza ecológica en ciertas circunstancias y debe ser manejado por medio de un método de control eficiente.<br><br>Para el caso de la vegetación encontrada en el Sistema Ambiental, se determinó siguiendo la clasificación propuesta por de Rzedowski (1978), determinado así que la vegetación existente es vegetación secundaria derivada del bosque de pino-encino la cual se presenta en fase arbustiva en conjunto con uso de suelo de tipo agrícola. | |

El soporte abiótico es la influencia ecológica externa para la base biótica, siendo uno de los factores determinantes el clima para la definición del paisaje es lo que caracteriza una región, ecosistema o población, el clima está determinado por la temperatura, precipitación y aire.

En cuanto a los climas que se presentan en el sistema ambiental y zona del proyecto es clima tipo cálido húmedo, La temperatura media anual, en general, varía entre 22. 0º y 28.0ºC, la temperatura media del mes más frío es mayor de 18.0ºC y la precipitación total anual va de 2 000 a 4 000 mm. La lluvia es abundante en el verano, aunque la cantidad que se concentra en esa temporada varía de un lugar a otro, lo cual propicia diferentes porcentajes de lluvia invernal, prevaleciendo el de 5 a 10.2 sobre el menor de 5 y el mayor de 10.2.

Como sabemos, no sólo el clima determina el paisaje, también va acompañado de factores como el suelo y la hidrología, que generan el espacio y hábitat para las especies de flora y fauna silvestre.

Los tipos de suelo presentes en el sistema ambiental y del cual forma parte el sitio de construcción del puente y de acuerdo con la información contenida en los datos temáticos escala 1:250,000, corresponden a Luvisol plintico, Luvisol crómico Regosol eútrico, Feozem haplico, Acrisol humico y Litosol.

Con lo que respecta a la hidrología, sistema ambiental y la zona del proyecto, estas se ubican en la subcuenca Río Coatzacoalcos, en la región hidrológica 29 – Coatzacoalcos, Cuenca B: Río Coatzacoalcos, esta cuenca se encuentra entre dos zonas frecuentemente afectadas por huracanes, la primera corresponde al Golfo de Tehuantepec, reconocida como una importante zona generadora de tormentas tropicales y huracanes, la segunda es la porción suroeste del Golfo de México, periódicamente sometida a fuertes vientos e intensas lluvias. En promedio la precipitación total anual en la cuenca alcanza los 2 090 mm, que significan un volumen de 20 711.9 $mm^3$, el porcentaje de escurrimiento es de 30.4, que representa 6 292.6 Mm3. Las zonas con escorrentía mayor del 30% ocupan la mayor extensión, los factores dominantes son la baja permeabilidad del terreno y los registros de precipitación que caen dentro del intervalo de 1 500 a 3 000 mm; en estas zonas la densidad de la cubierta vegetal es media para algunos casos y densa para la mayoría de la región; debido al elevado porcentaje de escurrimiento en la cuenca, se genera una compleja red hidrográfica de tipo dendrítico que confluye en los ríos Jaltepec, Sarabia, El Corte y Uxpanapa.

Como influencia ecológica externa, también se encuentra el sistema socioeconómico y el uso de la tierra; ya que las actividades humanas tienen mucha influencia en la generación de patrones espaciales; desde ese punto de vista, la escala ecológica del paisaje es dinámica y constantemente se ve modificada por acciones antropogénicas, a mayor aumento en la densidad poblacional se requieren más elementos de infraestructura básica, que permitan el bienestar social, la constante demanda de alimentos requiere el cambio de uso de suelo para actividades económicas, por lo que la mayor superficie de los usos de la tierra corresponden a agricultura, zona urbana y asentamientos humanos**.**

**VII.2.- DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO (SIN MEDIDAS)**

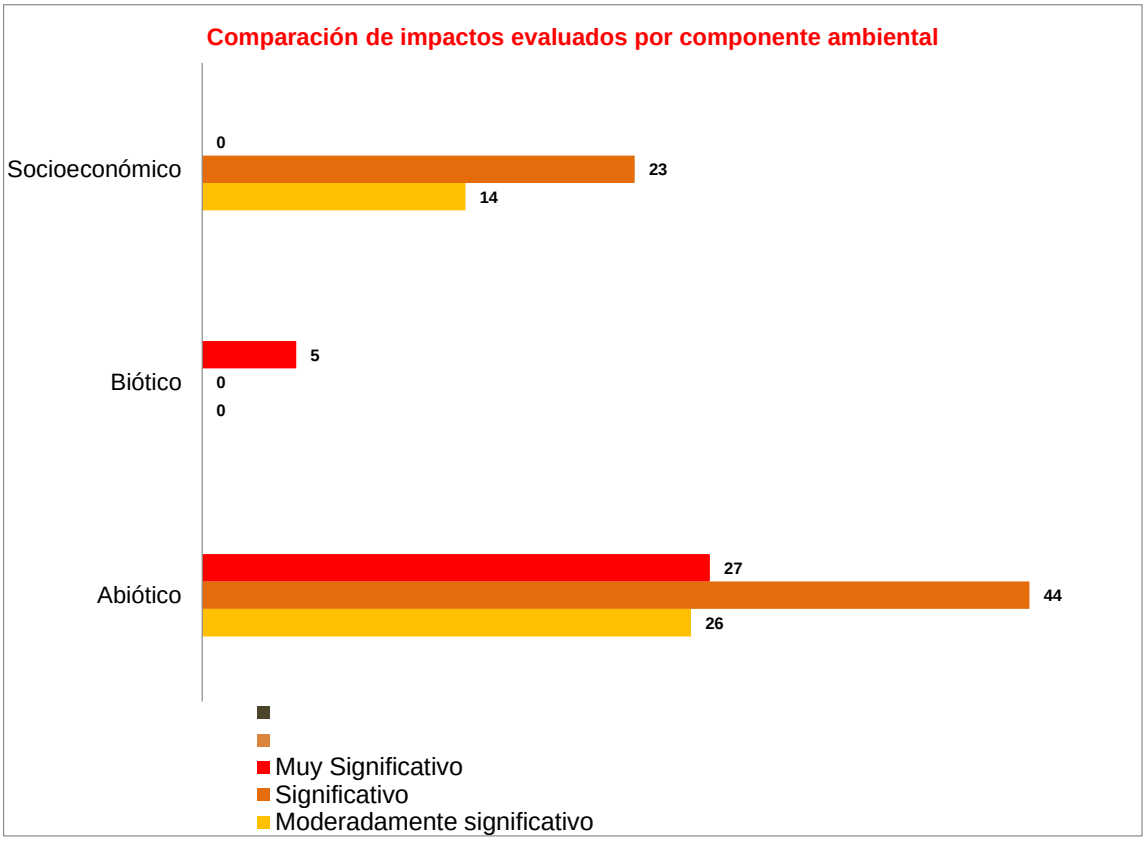
El desarrollo del proyecto incluye las etapas de preliminares, construcción, operación y mantenimiento, las cuales representan modificaciones sobre el medio ambiente, en capítulos correspondientes a la MIA, se reconocieron 3 medios (abiótico, biótico y socioeconómico), así como, 10 componentes ambientales (suelo, agua, aire, ruido, clima, fauna, economía, población y paisaje) susceptibles a recibir dichas afectaciones. Derivado de esto se describe y analiza el escenario ambiental al implementar el presente proyecto.

Por lo tanto, como resultado de la valoración realizada se identificaron 126 impactos negativos y 13 impactos positivos, de los cuales de acuerdo a su valor de significancia para los “no significativo y “poco significativo”

no se registraron impactos, para el caso de “moderadamente significativo” se registraron 40 impactos (27 negativos y 13 positivos), para el caso del “significativo” se registraron solo impactos negativos con un total de 67 y finalmente “muy significativo “ solo registra impactos negativos con un total de 32.

De la valoración de los impactos negativos y positivos en relación con el valor de significancia representados en la imagen anterior, los cuales son el resultado si no se aplican medidas de mitigación, dichos impactos negativos de acuerdo a las etapas del proyecto se distribuyen en su mayoría en la etapa de II.-Construcción, sin embargo, un factor a considerar para esta etapa es que en ella se concentran el mayor número de actividades, seguida de la etapa I.-Preliminares y finalmente las etapas de operación y mantenimiento que son en las cuales se registran menos impactos de este tipo.

Asimismo, enseguida se muestra gráficamente la valoración de los impactos por componente ambiental, donde se aprecia que los impactos de mayor significancia (muy significativos y significativos) se presentan en los tres medios evaluados.




Derivado de lo anterior se describen los impactos generados durante cada una de las etapas del proyecto por cada componente susceptible de ser afectados por las obras y actividades:

- Impacto ambiental: Estabilidad de terreno

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

Durante los trabajos de excavación para desplante de los estribos se pierde la estructura del suelo, lo que provoca desestabilidad en el terreno, por consecuencia sedimentación al río, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

- Impacto ambiental: Erosión del suelo

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

En la etapa de construcción por la excavación, el suelo se degrade lo que facilita los procesos erosivos, de manera puntual en donde se excavara para el desplante de los estribos, dado que se generar suelo desnudo quedando susceptible a los agentes erosivos, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

- Impacto ambiental: modificación de la morfología del suelo

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

Durante la construcción por la formación y compactación de terraplenes será necesario la modificación de la estructura del suelo, lo cual modificará la morfología del suelo, así como en los sitios de las excavaciones de los estribos, dicho impacto es puntual y residual. A nivel del sistema ambiental no tendrá repercusión

- Impacto ambiental: Vibraciones

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

Durante la construcción por la formación y compactación de los terraplenes, así como, durante la operación por la apertura al tráfico vehicular, se generan vibraciones de baja amplitud y de carácter aleatorio por el uso y maquinaria de equipo, así como por el paso vehicular, dicho impacto será puntual y de corta duración

- Impacto ambiental: Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.

Componente y factor ambiental: suelo, calidad

Se considera durante todas las etapas del proyecto la generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, dicho impacto no se considera fijo por lo que de no tener un manejo adecuado de los residuos puede impactar a nivel de sistema ambiental

- Impacto ambiental: Riesgos sanitarios

Componente y factor ambiental: suelo, calidad

Se considera que, durante la etapa de preliminares, así como, durante la construcción, la calidad del suelo se puede ver afectada por defecación u orina al aire libre, lo que implica daños a la salud y contaminación al suelo y agua

- Impacto ambiental: Arroyos afectados, mantos freáticos afectados

Componente y factor ambiental: agua, superficial

Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo y uso de combustibles y aceites, pueden ser dispuestos en lugares inadecuados los cuales por medio del arrastre o por accidente pueden ser vertidos de manera accidental en el cruce del río, dicho impacto puede tener afectaciones a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

- Impacto ambiental: Metros de profundización del agua

Componente y factor ambiental: agua, recarga

Durante la etapa de construcción por las actividades de excavación, armado y colado de estribos y aleros, así como, por la formación y compactación de terraplenes, se crean zonas más impermeables lo cual no permite la infiltración del agua hasta el acuífero. Incrementado la escorrentía, a nivel de sistema ambiental no tendrá impacto dado que es una actividad puntual.

- Impacto ambiental: Contaminación de cuerpos de agua y sedimentación

Componente y factor ambiental: agua, calidad

Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo de materiales de construcción y tierra pueden ser dispuestos de manera

accidental en lugares inadecuados como pude ser el cauce del río, contribuyendo a la sedimentación, teniendo un impacto a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Así mismo, las actividades de construcción de la subestructura por la excavación, armado y colado de estribos y aleros, y por el armado y colado de coronas y diafragmas, puede provocar el depósito de material sólido proveniente de dichas actividades sea transportado por la corriente de agua y se sedimente.

- Impacto ambiental: Dinámica hidrológica

Componente y factor ambiental: agua, calidad
Derivado de las actividades preliminares, así como, por la construcción del nuevo puente se puede alterar y/o modificación la dinámica hidrológica del río en caso de que no se cumplan las normas técnicas de construcción de proyecto o se interrumpa el flujo de la corriente hídrica por el depósito de material de construcción sobre el cauce del rio, afectando y/o obstaculizando el libre flujo de la corriente hidrológica, el diseño del puente está basado en los análisis topohidrahulico por lo que en las márgenes del cauce serán construidas los estribos, aunque si bien es un impacto puntual no tendrá repercusión a nivel de sistema ambiental

- Impacto ambiental: Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos

Componente y factor ambiental: aire, calidad
El uso de maquinaria y equipos que utilizan motores de combustión interna emiten gases contaminantes hacia la atmósfera generando emisiones de CO2, este impacto podría reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que la generación de gases s bien es puntual este tiene movilidad de acuerdo con las condiciones del viento

- Impacto ambiental: Emisión de partículas de polvo

Componente y factor ambiental: aire, calidad
Durante la etapa de preliminares, construcción, así como, de mantenimiento se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico por las actividades de excavación, formación y compactación de terraplenes principalmente, dado que en todas las actividades significan movimiento de materiales, este impacto puede reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que el polvo es un agente móvil de acuerdo con las condiciones del viento

- Impacto ambiental: Alteración por ruido

Componente y factor ambiental: Ruido, confort sonoro.
Durante todas las etapas por el uso de equipo y maquinaria se emitirán niveles de ruido o presión sonora, pero con un efecto puntual, es decir, se percibirá con el mayor nivel de intensidad en el sitio en el que se ubique la fuente generadora, cuyo nivel de afectación dependerá de la distancia a la que se encuentren.

Este impacto, no sólo tiene repercusión en la salud humana, sino también en la fauna silvestre, por lo que se verá obligada a desplazarse a zonas en donde los niveles de ruido disminuyan hasta un nivel tolerable, este nivel dependerá de la especie de que se trate., por lo que tendrá repercusiones a nivel de sistema ambiental

- Impacto ambiental: Desplazamiento de individuos

Componente y factor ambiental: Fauna, distribución

Durante las actividades de la etapa preliminar, así como, por las actividades de construcción de la subestructura, la generación de ruidos, presencia de personal, maquinaria y vehículos, perturba el hábitat en áreas aledañas al proyecto, por lo tanto, se considera como un impacto indirecto en la distribución actual de la fauna presente en la zona., sobre todo en el grupo de las aves, las cuales tiene mayor presencia y dado la gran movilidad que tienen, se considera que el impacto será a nivel de sistema ambiental

- Impacto ambiental: Afectación a la integridad humana por accidentes

Componente y factor ambiental: población, riesgo

Durante las diferentes etapas del proyecto se requerirá de mano de obra especializada y no especializada, en las cuales al no contar con las medidas de seguridad laboral se generan accidentes de diferente nivel de riesgo.

- Impacto ambiental: Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas

Componente y factor ambiental: paisaje, calidad

Durante la etapa de preliminares y construcción como se ha mencionada se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico afectando la visibilidad, así mismo, la emisión de gases contaminantes pudo afectar la visibilidad del entorno inmediato.

- Impacto ambiental: Perturbación de la visibilidad

Componente y factor ambiental: paisaje, calidad

Durante la etapa de preliminares y construcción del proyecto la presencia de personal y maquinaria afecta la dinámica del lugar. Este impacto es perceptual y depende desde donde se aprecia el área del proyecto, lo que permite o no la apreciación del fondo escénico.

- Finalmente, el impacto que corresponde al componente de la economía impacta de manera positiva por la generación de empleos debido a que se requiere de mano de obra y finalmente el impacto igual de tipo positivo para el componente población debido a la construcción de infraestructura urbana como bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población.

**VII.6- DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

En capítulos anteriores del presente estudio se contemplan acciones para poder mitigar, controlar y corregir los impactos ambientales negativos observados en el desarrollo del proyecto. Se presentan medidas clasificadas de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en medidas de prevención y mitigación para cada componente ambiental analizado. Adicionalmente se consideran medidas de compensación.

Es previsible entonces que la zona sufra cambios significativos por la ejecución del proyecto en cuestión, sin embargo, se considera que los impactos son de poca relevancia dado que el sitio previamente se ha impactado y por lo cual presenta las condiciones actuales. Por lo tanto, en el contexto del sistema ambiental se identificaron los componentes ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de las etapas y actividades del proyecto, por lo que dichas perturbaciones ambientales se suman a las ya existentes, las cuales han sido realizadas a lo largo del tiempo y el tiempo entre perturbaciones ha sido significativo, así como, su intensidad y su severidad.

El tipo de sucesiones observadas son de tipo secundaria, la cual se da en sitios previamente ocupados y sigue a las perturbaciones (es un evento en el tiempo, más o menos discreto, que altera las comunidades o poblaciones; cambia la disponibilidad de recursos o substratos y crea oportunidades para nuevos individuos o colonias), las perturbaciones presentan características tanto espaciales como temporales. La perturbación es una cuestión de escala.

Por lo tanto, de acuerdo con el medio y al componente que se evaluaron, se encontró que el número de impactos se registran en su mayoría en el medio abiótico, seguido del socioeconómico y finalmente el biótico

A la par de lo anterior el presente estudio presenta las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, las cuales también fueron incluidas en el presente análisis, considerando un escenario en el que las medidas se apliquen de acuerdo a lo que se plantea en capítulos posteriores, los impactos evaluados disminuyen su intensidad, cambiando su significancia a una de menor impacto, lo cual se visualiza en la grafica

De acuerdo con la gráfica comparativa se muestra que con la aplicación de medidas se tiene que los impactos "no significativos" pasa de 0 a 93, los "poco significativos" pasan de 0 a 27, los "moderadamente significativos" pasan de 25 a 1, los impactos "significativos" pasan de 67 a 0 y finalmente los muy significativos se reducen de 32 a 5. Podemos decir entonces que el 95 % de los impactos son mitigados y que los impactos que persisten en la categoría de muy significativos con 5 impactos son los impactos que se conocen como residuales.

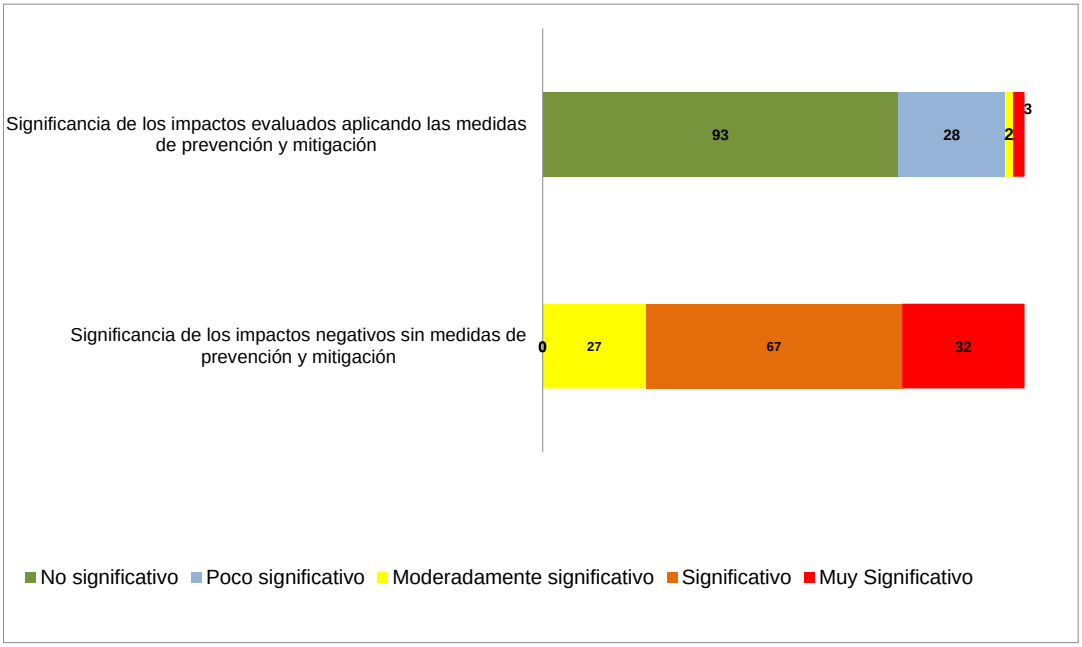



**Imagen 93.- Gráfica comparativa de la significancia de los impactos negativos con y sin la aplicación de medidas.**

A continuación, se presenta el escenario ambiental pronosticado, por componente ambiental, proyectándolo con la integración de las medidas preventivas y de mitigación sobre los efectos ambientales identificados.

**Atmosfera**

La calidad del aire se verá afectada por el proyecto de manera puntual y temporal, en el caso de la generación de polvos o bien por la emisión de gases y humos a la atmósfera ya que solo se presentarán durante las jornadas laborales, por lo tanto, los impactos son mitigables.

Con lo que respecta a la contaminación acústica el impacto es irrelevante y de manera puntual, ya que se percibirá con el mayor nivel de intensidad en el sitio en que se ubique la fuente generadora, con repercusión sólo en el personal que se encuentre en el sitio; cuyo nivel de afectación dependerá de la distancia a la que se encuentren, dado que no se rebasarán los límites máximos permisibles de generación de ruido, así mismo, se establecerá un horario matutino-vespertino y el personal utilizará equipo de protección personal ocular y auditivo.

El impacto que generará la alteración del microclima por la generación de emisiones a la atmosfera será mitigable con la aplicación de las medidas de compensación, tal como la reforestación

**Suelo**

La pérdida de la estructura del suelo es un impacto de tipo severo debido a las excavaciones que se ejecutarán con máquina, hasta alcanzar el nivel de desplante que indique el proyecto. El lecho de la excavación deberá afinarse para tener una superficie nivelada para colocar la plantilla, por lo tanto, dicho componente, no podrá recuperarse en tanto permanezca en dicha condición, por lo que se considera será un impacto permanente y continuo. Dicho impacto se compensa mediante la reforestación de una superficie de media hectárea, como medida de compensación.

Así mismo, se visualiza la protección del suelo por contaminación debido a que se establecerá un manejo integral de los residuos, un mantenimiento del equipo en condiciones óptimas, plan de respuesta a las emergencias para la contención de derrames, instalación de sanitarios portátiles, señalética en el área, medidas que, al ser aplicada, hacen que los impactos tengan una importancia de tipo moderado, sin embargo, esto sería solo en caso de suceder.

Finalmente, otra medida a implementar, que garantiza, el cumplimiento y compromiso de proteger al medio ambiente es la sensibilización del personal, a través de pláticas antes del inicio de los trabajos

**Agua**

La afectación a la dinámica hidrológica del debido a que el puente rustico actual está construido sobre el cauce del mismo, el cual será deshabilitado para dar paso a una nueva estructura, la cual estará construida a una distancia cercana al actual, por lo que existirán elementos de concreto ciclópeo, tanto en el subsuelo del cauce, como en el cauce del mismo, elementos de importancia estructural conocida como subestructura que soportara la superestructura del puente, por lo que al ser actividades constructivas existe el riesgo que material de construcción pueda ser colocado de manera accidental sobre el cauce del río, puediendo obstaculizar el libre flujo de la corriente.

Ahora bien, con respecto a la calidad del agua superficial y subterránea, se prevé que con las medidas preventivas (mantenimiento de equipo en óptimas condiciones, manejo integral de los residuos, instalación de sanitarios portátiles, plan de respuesta a emergencias para la contención de derrames, implementación de señalética en el área del proyecto) y su correcta aplicación, se evitarán efectos previsibles, lo que implica que los efectos pasen a ser de moderados a irrelevantes, en el caso de que se llegaran a manifestar los impactos estos pueden ser mitigados por lo tanto, son impactos de tipo moderado.

Las afectaciones a la calidad del agua por sedimentación, lo cual también provocaría la turbidez del agua del Río, este impacto es de tipo temporal y que es capaz de revertirse sin intervención humana.

Finalmente, otra medida a implementar, que garantiza, el cumplimiento y compromiso de proteger al medio ambiente es la sensibilización del personal, a través de pláticas antes del inicio de los trabajos.

**Flora y vegetación**

A pesar de que a nivel del proyecto no se consideran afectaciones en la vegetación circundante la cual es de tipo arvense y ruderal, se considera que a nivel del SA un efecto positivo, al implementarse el programa de reforestación en zonas degradadas del mismo, ya que de acuerdo con el diagnóstico ambiental la vegetación se encuentra fragmentada por lo que cual esta se presenta en fase arbustiva.

**Fauna (Aves)**

Las medidas preventivas, de mitigación y compensación descritas con anterioridad, estas tienen una correlación con la fauna, dado que al afectar a un componente indirectamente se afecta al otro., por lo tanto, la afectación a la distribución por el desplazamiento de la fauna se considera moderado. El futuro de gran parte de la fauna silvestre depende de la supervivencia de sus hábitats.

Así mismo, la mortandad o daño a ejemplares incluyendo especies en riesgo, será mínima, por el Ahuyentamiento y reubicación de fauna.

Se considera que los patrones de sucesión secundaria tendrán lugar a lo largo del tiempo aún después de terminados los trabajos en el área de estudio, siendo un cambio gradual y secuencial con respecto a la abundancia relativa de las especies.

Finalmente, los impactos residuales son aquellos que aun aplicando las medidas de mitigación no podrán ser minimizados o suavizados, son aquellos cuya duración del efecto es largo y que ocasionan cambios o modificaciones permanentes en algún componente ambiental, en este caso los impactos residuales de tipo muy significativo y significativo son principalmente en la modificación de la morfología del suelo para la habilitación de los accesos, para estos impactos se propone como medida de compensación una reforestación de 0.5 has de preferencia en el área de influencia del proyecto

## VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Los proyectos viales han sido considerados como obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de los habitantes, por tanto, se constituyen en un elemento importante de desarrollo. Sin embargo, las vías de comunicación, causa efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos. Entre los efectos ecológicos más significativos de las vías de comunicación pueden citarse la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativas, sin embargo, es preciso recalcar que las condiciones físicas y naturales del entorno son determinantes para determinar el estado de conservación y/o deterioro del entorno en donde se construirá el puente, donde el uso del suelo es tipo agrícola en donde no será necesario la remoción de vegetación y por consiguiente la mayor parte de los impactos se reflejan en el componente abiótico como lo es el suelo y atmosfera, si bien el sitio del proyecto presenta un deterioro ambiental tal como se detalló en el capítulo IV, es importante realizar las medidas de mitigación del impacto ambiental propuestas a fin de no incrementar dicho deterioro y se ejecuten la reforestación como medida de compensación ambiental.

## VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

No se tiene considerado la modificación o un nuevo sitio de cruce ya que esto significaría un aumento considerable en el costo del proyecto, haciéndolo inviable para el presupuesto de Caminos Alimentadores de la SCT, por lo tanto, no se propone un sitio alternativo al actual, por lo que en caso de que no se obtengan los

permisos y/o autorizaciones en materia de impacto ambiental, no se construirá el nuevo acceso hacia las localidades involucradas.

**VII.6.- CONCLUSIONES**

El presente documento se llevó a cabo con la finalidad de identificar los impactos ambientales, evaluar su incidencia sobre los componentes ambiéntales y plantear medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos negativos generados al medio ambiente, haciendo uso de los procesos y metodologías en materia de impacto ambiental necesarios para reducir al máximo estos impactos.

Para tal fin se emitieron las recomendaciones necesarias para el proceso que se debe de seguir en las distintas etapas y actividades del proyecto o actividades, ya que su cumplimiento en tiempo y forma es determinante en la minimización de los impactos sobre el medio ambiente.

El estudio que se realizó para elaborar esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en los términos que se exponen en el presente documento y sus anexos, se determinó principalmente una afectación permanente en la modificación de la morfología del suelo, procesos de erosión que han sido de manera continua en el sitio debido a su ubicación en una zona urbana y a la ya anterior construcción del puente que será demolido y sustituido por infraestructura nueva, así como, al incremento de contaminantes responsables de la alteración climática tanto por el uso de maquinaria y vehículos de combustión, así como, por el uso de dicha infraestructura y que de manera indirecta se emiten gases de los vehículos que transitan.

Los impactos negativos y sus afectaciones a los diversos factores ambientales de la zona, ocasionados por las diversas actividades en las etapas de preliminares y constructivo se verán mitigados casi en su totalidad, los impactos residuales se evaluaron como impactos de baja significancia, según el nivel que maneja la metodología presentada y estos no podrán ser mitigados en su totalidad, sin embargo, se plantean medidas compensatorias.

El impacto benéfico que generará el desarrollo del proyecto es principalmente del tipo socioeconómico, el cual es de gran importancia y alcance total, beneficiando a las localidades circundantes, al contar con una vía de acceso segura y sobre todo de tipo permanente a lo largo del año, lo que permitirá agilizar el transporte de insumos y productos, promoviendo un mayor desarrollo comercial y económico de la zona, lo cual se reflejará en la generación de fuentes de empleo.

Finalmente la evaluación del impacto ambiental del proyecto arroja como resultado un nivel de impacto que va en los valores de significancia de no significativos a poco significativos, con el planteamiento de las actividades de mitigación de los impactos se considera que serán minimizadas las afectaciones al ambiente siempre y cuando se apliquen las medidas establecidas en el presente estudio, y el seguimiento de los lineamientos jurídicos ambientales, los establecidas por las Autoridades locales y principalmente el compromiso por parte del promovente del proyecto para darle seguimiento y cumplir las disposiciones dadas en la autorización de impacto ambiental.

# CAPITULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

## VIII.1.-FORMATOS DE PRESENTACIÓN

El estudio se presenta en formato digital en WORD, así como, de manera impresa.
Se anexan de manera digital en formato Excel, matrices de evaluación de los impactos ambientales.
Se anexan 3 discos compactos: 2 en formato Word y 1 PDF, los cuales contienen la documentación legal, memorias de cálculo, MIA-P, estudio hidrológico, estudio hidráulico, planos del proyecto, topografía y estudio de mecánica de suelos.

## VIII.2.-FOTOGRAFÍAS
**ANEXO A.- ANEXO FOTOGRÁFICO**

## VIII.3.- VIDEOS
**NO APLICA**

## VIII.4.-OTROS ANEXOS
De manera digital se anexan los siguientes estudios:

1. Estudio hidrológico
2. Estudio hidráulico
3. Planos
4. Topografía
5. Estudio de Mecánica de suelos

## VIII.5.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

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

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

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

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

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

Derecho de vía: 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

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

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

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

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

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

Paradores: instalaciones y construcciones adyacentes al derecho de vía de una carretera federal en las que se presten servicios de alojamiento, alimentación, servicios sanitarios, servicios a vehículos y comunicaciones, a las que se tiene acceso desde la carretera.

**BIBLIOGRAFÍA**


- Aguilar, K.M. 2014. MANEJO DEL HELECHO *Pteridium arachnoideum* Y SUSCEPTIBILIDAD DE HELECHOS AL HERBICIDA GLIFOSATO. Tesis de Doctorado. Instituto Nacional de Ecología. Xalapa, Veracruz, México.
- Aranda, J.M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México, IE, A.C. Xalapa, Veracruz. 212 p.
- Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México, D.F. 252. pp.
- Brinford, C. L. 1989. A Distributional Survey of the Birds of the Mexican State of Oaxaca.The American Ornithologist'sUnion. Washington, D. C. 419 p.
- Briones-Salas, M., & Sánchez-Cordero, V. (2004). Mamíferos. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 423-447). México: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Canter W.L. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Segunda edición, Ed. Mc Graw Hill. México. 841p.
- Casas, A.G. y C.J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México: Claves ilustradas para su identificación. Ed. Limusa. 87p.
- (CONANP). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Escala 1:1000000. México.
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Provincias biogeográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos.
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1000000. México
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible.
- De Ávila-Blomberg A. 2004. Clasificación de la vida en las lenguas de Oaxaca. En: García-Mendoza A.J. Ordóñez M.J. y Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 481-539, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World WildLife Found, México, D.F.
- Encuesta Intercensal (2010) Panorama sociodemográfico de Oaxaca 2015/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. —México: INEGI, c2011. 3 v: Il.
- Encuesta Intercensal (2015) Panorama sociodemográfico de Oaxaca 2015/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. —México: INEGI, c2016. 1183p.
- Espinoza G. 2002. Gestión y fundamentos de impacto ambiental. Banco Interamericano de desarrollo. Centro de estudios para el Desarrollo Santiago, Chile.
- Flores-Villela, O., Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2): 115-144.
- García, E. 1998. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 217 p. México
- García - Leyton A. L. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Tesis doctoral, en Ingeniería Ambiental. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona España.
- García M.A., Ordoñez M. y Briones S.2004.M. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM. D.F. 605 pp

- García M A, Tenorio L P, Reyes S J (1994) El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. Acta Botánica Mexicana, núm. 27. pp. 53 – 73.
- González-Pérez, G., Briones-Salas, M., & Alfaro, A. M. (2004). Integración del conocimiento faunístico del estado. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 449-446). México: Instituto de Biología, UNAM / Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Isolda Luna- Vega, David Espinosa, Raúl Contreras- Medina, 2016.Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. 528 páginas.
- Kindt, R. 2019. Package for Community Ecology and Suitability Analysis. Package 'BiodiversityR', CRAN Repository. http://www.worldagroforestry.org/output/tree-diversity-analysis.
- Ludwing, J. A., Reynolds, J. F. (1988) Statistical Ecology: A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York, 337 pp.
- Martin GJ, CI Camacho, CA del Campo, S Anta, F Chapela, MA González. 2011. Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. Management and Environmental Quality: An International Journal 22(2): 250-260.
- Martínez C A y Vásquez J J(2009) Estudio Regional Forestal UMAFOR Mixteca Sur 2013. Responsables de elaboración de estudio Ing. Adelo Martínez Cruz y Ing Javier José Vásquez. CONAFOR, ProÁrbol, Gobierno del Estado de Oaxaca y Colegio de profesionales Forestales de Oaxaca A. C. 248 pag.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29 –63.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. M&T Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, España, 84pp.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México.
- Navarro, S. A. G., García-Trejo, E. A., Peterson, A. T. & Rodríguez-Contreras, V. (2004). Aves. En A. J. García-Mendoza, M. J., Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 390-421). México: Instituto de Biología, UNAM / Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Odum, E. P., Barret G. W., Aguilar O. M. T. (2006) Fundamentos de ecología. Thomson Editores, S.A. de C.V. México.
- Oksanen, J. 2018. Vegan: ecological diversity. Processed with vegan 2.4-6 in R version 3.4.3 (2017-11-30). https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf
- Oksanen, J. 2019. Community Ecology Package. Package 'vegan', CRAN Repository. https://cran.r-project.org, https://github.com/vegandevs/vegan
- PEET, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst., 5: 285-307.
- Peterson, E.T. y E.L. Chalif. 1998. Aves de México. Guía de campo. Ed. Diana 3ª. Impresión. México. 473 p.
- Ramírez-Pulido J., Cabrales, A. J., y Campillo, C. A. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatura de los Mamíferos Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n. S.) 21(1): 21-82
- Roger Tory Peterson. Western. 1990. Birds. Boston New York, 3aEdición, 432 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México, D.F.

- SEMARNAT.2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. 2ª sección. Diciembre de 2010.
- Steve, N. G., Howell & Sophie W. 2005. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. California U. S. A.
- UICN, Unión Mundial para la Naturaleza. 2001. 2000. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies UICN. Versión 3.1. Aprobado en la 51° Reunión del Consejo de la UICN Gland, Suiza 9 de febrero de 2000.
- GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, Conesa Fernández-Vitoria, V., V. Ros Garro, V. Conesa Ripio y L.A. Conesa Ripio. 1995. 2ª. ed. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 387 p.
- Torres-Colín R. 2004. Tipos de Vegetación. En: García-Mendoza A.J. Ordoñez M.J. y Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 105-117, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World WildLife Found, México, D.F.
- LIBRO 3 Normas para Construcción e Instalaciones 1984.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

**Programas y sistemas información geográfica utilizados en el manejo de imágenes de satélite y cartografía digital.**

- ArcGis 10.3
- Autocad 2019
- RStudio

**FLORA**

- Colección de Estudios Florísticos en Guerrero editada por la Facultad de Ciencisas de la UNAM

**FAUNA**

- Anfibios y Reptiles del Estado de Tamaulipas, México (UANL). 2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.
- Colección de Aves y Mamíferos del Valle de Cuatrociénegas, Coah., México (UANL). 2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.
- Colección Herpetológica de la Academia de Ciencias de California, EUA (CAS). 2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.
- Colección Herpetológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", México (MZFC, UNAM).2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.

*VIII.7.1 Páginas electrónicas consultadas*

- http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/cart_linea.html.
- http://www.digepo.gob.mx.
- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/metadataexplorer/index.html.

- http://smn.cna.gob.mx.
- http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20466a.htm
- http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl
- mobot.mobot.org/ W3T/ Search/ vast.html

# ANEXO A

## MEMORIA FOTOGRÁFICA

| | |
|---|---|
|  | Vista de la estructura actual con respecto al cruce. |
|  | Condiciones actuales de la estructura existente vista desde otra perspectiva. |

| | |
|---|---|
|  | Vista lado izquierdo del puente. |
|  | Lado derecho del puente. |

| | |
|---|---|
|  | Condiciones de la vegetación existente a los alrededores del sitio del proyecto, donde actualmente son terrenos agrícolas y las hierbas presentes son arvenses y ruderales. |
|  | Vegetación aledaña al proyecto. |
| | |

| | |
|---|---|
|  | Condiciones de la vegetación del camino E.C. Santa Isabel de la Reforma- San Lucas Camotlán. |
|  | Vista de la vegetación del otro lado del camino |

| | |
|---|---|
|  | Vista de las condiciones de cobertura vegetal con respecto a la ubicación del proyecto. |
|  | Cobertura de la vegetación en al AP por especies arvenses u ruderales. |

| | |
|---|---|
|  | Helecho maleza Pteridium considerado una amenaza ecológica de acuerdo con Aguilar, 2014. |
|  | Los paredones aledaños al camio que conecta con el puente son invadidos por el Helecho Pteridium. |
| | |

| | |
|---|---|
|  | Vegetación altamente fragmentada. |
|  | Vegetación en el SA. |

| | |
|---|---|
|  | Vegetación en el SA. |